

건축물 외벽화재시 Flame Trajectory 추정을 위한 실험적 연구

Experimental Study on Flame Trajectory in Building External Walls Fire

신 이 철*

Shin, Yi-Chul

박 계 원**

Park, Kye-won

정 재 군***

Jeong, Jae-Gun

Abstract

In the event of a fire on the outer walls of an architectural structure, through real scale experiments with the purpose of estimating the Flame Trajectory, the behavior and risks of expanded combustion to an upper architectural compartment of the Fire Plume Ejected from an Opening according to changes in the aspect ratio of the opening were examined. The results showed that the more the heat release rate of the fire source increased, the heat capacity of the Fire Plume Ejected from the Opening also increased, and for the case of heptane when compared with methanol or ethanol, the results showed a trend for a significant amount of unburned gas to remain. The results also showed that the larger the aspect ratio was, the more likely it was for the Flame Trajectory to approach the outer walls and rise up. In each of the experiment conditions, as the flame rose from the lower part of the wall to the upper part of the wall, a steady decrease was shown for the temperature distribution. Also by quantitatively analyzing the amount of unburned gas that remained, a method to estimate the temperature of the Fire Plume Ejected from an Opening for a traverse opening was implemented.

키 워 드 : 실규모 실험, 개구분출열기류, 열방출률, 미연소 가스

Keywords : real scale experiments, fire plume ejected from an opening, heat release rate, unburned gas

1. 서 론

최근 건축물은 사공기술의 향상과 사회적인 요구 등에 의해 점차 초고층화, 대규모화, 복합화되는 경향이 보여지고 있다. 또한 이러한 건축물 중에는 디자인적 관점 외에 온열 환경, 광 환경과 조망 등의 관점에서 Facade에 요구되는 기능도 다양해지고 있다. 예를 들면, 외장재로 유기계 단열재를 사용한 단열공법이 채용되는 사례나 개구부의 형상이 가로방향으로 장대화 되는 경우 등의 사례가 있다. 또한 이러한 건축물에서 화재가 발생한 경우의 기존 건축물에서의 화재성상과는 다른 위험성이 잠재되어 있을 가능성이 지적되고 있다.

따라서 본 연구에서는 횡장 개구를 대상으로 가연물 조건의 변화에 따른 개구분출열기류의 성상에 주목하여, 개구분출열기류로 인한 상층부의 연소 확대 위험성을 검토할 경우의 개구부 아스펙트비의 변화에 따른 개구분출열기류의 Trajectory 및 온도분포 등을 파악하는 것을 목적으로 한다.

2. 건축물 외벽화재시 Flame Trajectory 추정을 위한 실험

2.1 실험 장치

실험 장치는 일본 동경이과대학(TUS)의 ISO 13785-2를 이용하였다. 실험 장치는 연소 챔버와 외벽으로 구성되어 있다. 연소 챔버의 내측 사이즈는 폭4.0m×세로4.0m×높이1.7m, 외벽은 강관에 규산칼슘판(25mm)과 세라믹 섬유(25mm)를 설치하여 구축되어 있고, 치수는 폭 4.0m×높이5.7m이다.

2.2 실험 조건

표 1,2에 실험 조건을 나타내었다. 개구 조건은 개구 폭을 2m, 3.7m로 2가지 조건을 고려하였으며, 각각의 개구 폭에 따른 개구 높이를 변경하여 아스펙트비 n 을 5~30까지 조정하였다. 화원은 연소열이 다른 3종류의 액체 연료 메탄올, 에탄올, 헵탄을 각 실험 조건마다 18L를 사용하였다. 연료용기는 가로0.8m×세로0.8m의 용기를 1~2개를 사용하였다.

* 한국건설기술연구원 전임연구원, 공학박사, 교신저자(yichulshin@kict.re.kr)

** 방재시험연구원 책임연구원

*** 방재시험연구원 수석연구원

표 1. 개구부 조건

개구조건			
폭B(m)	높이 H(m)	$AH^{1/2}(m^{5/2})$	개구중형비 n
2	0.8	1.431	5
	0.6	0.930	6.7
	0.5	0.707	8
	0.4	0.506	10
	0.3	0.329	13.3
	0.2	0.179	20
3.7	0.74	2.355	10
	0.555	1.530	13.3
	0.37	0.833	20
	0.247	0.454	30

표 2. 화원 조건

물성치	메탄올	에탄올	헵탄
연소열	19100 kJ/kg	25600 kJ/kg	44600 kJ/kg
용량	18L	18L	18L

2.3 실험 결과

그림 1은 개구부 아스펙트비에 따른 분출화염의 실험양상을 나타낸 사진이다. 화원의 열방출률이 증가 할수록 개구분출열기류의 열량도 더불어 증가하였으며, 헵탄의 경우 메탄올이나 에탄올에 비하여 다량의 미연소 가스가 발생하는 경향을 나타냈다. 또한 아스펙트비가 클수록 분출화염의 Trajectory가 외벽으로 근접하여 상승하는 결과를 나타냈다.

각 실험 조건에서 온도 분포는 벽면의 하부로부터 상부로 가면서 점차적으로 감소하는 경향을 볼 수 있다. 특히 개구 상단으로부터의 높이 Z가 1.3m 이상의 범위에서는 온도가 Z-1에 비례하여 감소하는 경향이 나타났다. 또한 미연소 가스의 발생량을 정량적으로 분석하여 횡장 개구부에서의 개구분출열기류의 온도 예측 방법을 구축하였다.

3. 결 론

건축물 외벽화재시 Flame Trajectory 추정을 위한 실규모 실험을 통하여 개구부 아스펙트비의 변화에 따른 개구분출열기류의 정상 및 상층부로의 연소확대 위험성에 대하여 검토하였다. 그 결과 화원의 열방출률이 증가 할수록 개구분출열기류의 열량도 더불어 증가하였으며, 헵탄의 경우 메탄올이나 에탄올에 비하여 다량의 미연소 가스가 발생하는 경향을 나타냈다. 또한 아스펙트비가 클수록 분출화염의 Trajectory가 외벽에 근접하여 상승하는 결과를 나타냈다.

각 실험 조건에서 온도 분포는 벽면의 하부로부터 상부로 가면서 점차적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 미연소 가스의 발생량을 정량적으로 분석하여 횡장 개구부에서의 개구분출열기류의 온도 예측 방법을 구축하였다.

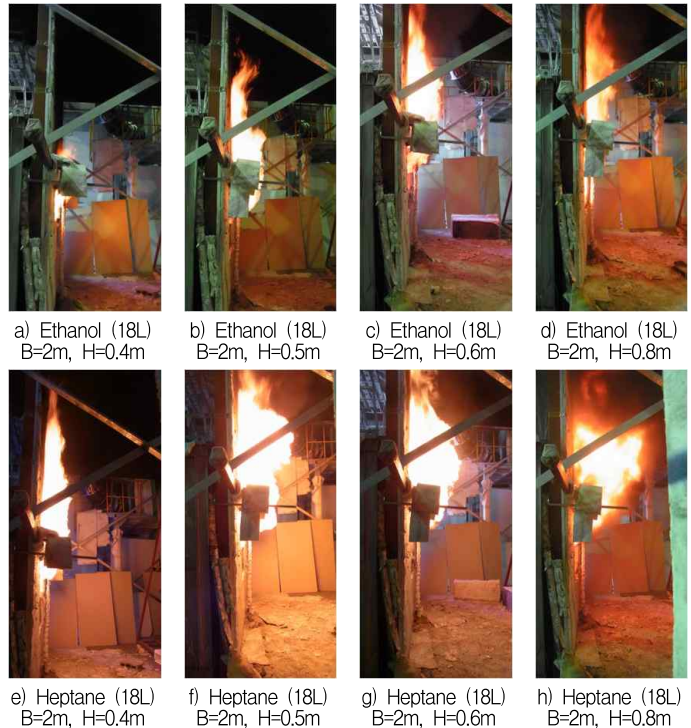


그림 1. 개구부 아스펙트비에 따른 분출열기류 실험사진

감사의 글

본 논문은 국가표준기술력향상사업의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Yokoi, S., Japanese Ministry of Construction, Building Research Institute Report 34, 1960
2. Ohmiya Yoshifumi, Hori Yuji, Properties of External Flame Taking into Consideration Excess Fuel gas Ejected from Fire Compartment, J. Archit. Plann. Environ. Eng., AIJ, No.545, pp.1~8, 2001
3. ISO 13785-2 Reaction-to-fire tests for facades-Part 2:Large-scale test, 2002