

측벽효과를 고려한 개구부 분출화염 거동 연구

Study on the Ejected Plume from Opening Regarding Side-wall Effect in Fire

정재군* 신이철**
 Jeong, Jae-Gun Shin, Yi-Chul

Abstract

The behavior of fire plumes has not yet been clearly identified for cases where sidewalls are installed near an opening in an unconfined space. In this research, we aim to quantitatively identify the effects on fire spread when sidewalls are located on both sides of an opening. Specifically, we focus on the effects on the fire plume of the relation between the location of sidewalls and the opening, and carry out a scale-model experiment to devise a flame height model and to evaluate the temperature distribution along the central axis of the flame.

키워드 : 측벽효과, 분출화염, 실물규모, 화재평가, 축소모형 실험, 화재 플룸
 Keywords : wall effect, flame trajectory, real scale, fire assessment, scale-model experiment, fire plume

1. 연구의 목적

건물 외측벽에 위치되어 물리적인 외부영향을 받지 않는 공간내 배치된 개구부에 따른 화재 플룸의 거동은 아직 명확하게 확인되지 않았다. 본 연구는 외측벽 양측에 개구부가 있을 때 화염확산(fire spread)의 영향을 정량적으로 파악하는 것을 목적으로 한다. 더불어, 외측벽과 개구부의 위치에 따른 화재 플룸의 영향성 분석에 초점을 두고 있으며, 화염 높이 모델을 고찰하며, 화염의 중심축의 온도분포를 평가하기 위한 실물규모 화재실험을 수행 및 분석하였다.

2. 실험 개요 및 영향 조건

외측벽 효과를 파악하기 위한 실험 개요 및 실험 변수(개구부 배치, 환기지수, 구획 크기 등)는 그림1 및 표1과 같다.

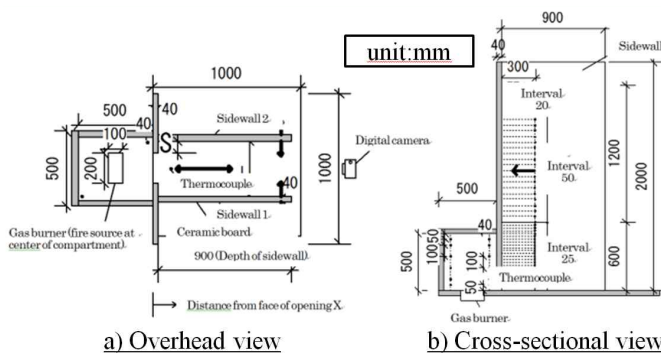


그림 1. 실험 셋업 및 측정 요소들

표 1. 실험 환경변수 조건

Opening configuration		Ventilation factor	Compartment dimensions	Area of inner wall	HRR	Aspect ratio of opening	Offset distance S
Base (m)	Height (m)	AH ^{1/2} (m ^{5/2})	(m)	(m ²)	(kW)	n=2B/H	Sidewall 1.2(m)
0.1	0.2	0.009	Width 0.5 Height 0.5 Depth 0.5	1.48	16.1	1	∞, 0.2
0.15	0.2	0.013		1.47	24.1	1.5	0.1, 0.075
0.2	0.2	0.018		1.46	32.2	2	0.05
0.2	0.13	0.01		1.47	17.5	3	0.025
0.2	0.1	0.006		1.46	11.4	4	0

3. 실험 결과 및 분석

- 1) 실험분석 결과, 그림 2와 같이 개구부 형태와 상관없이 중심축은 거의 벽표면을 따라 이동하는데 이는 아마도 화염플룸과 벽면 사이로 들어오는 열류를 측벽이 차단하기 때문으로 음압 증가로 인해, 중심축이 벽면으로 이동하는 원인이 된 것으로 추정된다.
- 2) 그림 3-a)와 같이, 측벽과 개구부 모서리 사이의 거리 S가 길수록 화염높이는 감소하고, 개구부 비율이 감소될 때 화염높이 또한 명백하게 줄어드는 경향을 알 수 있다. 한편 그림 3-b)에서, 측벽과 개구부 모서리 사이의 거리에 관계없이 화염 높이의 주목할 만한 변화는 관찰되지

* 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원, 수석연구원

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

않는다. 이러한 결과를 고려하면, 화염 높이는 개구부 비율을 커지게 하는 측벽 효과의 영향을 받지 않는 것으로 결론지을 수 있다.

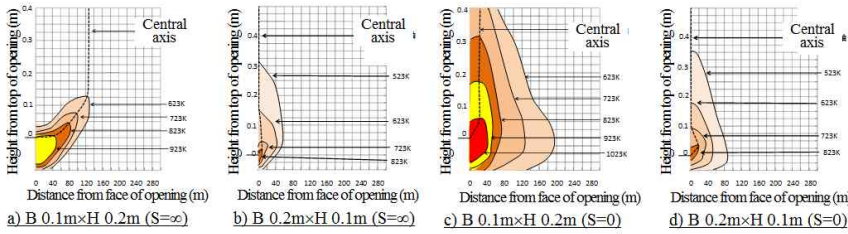


그림 2. 다양한 개구부 환경에서 화재플럼의 온도 분포 등

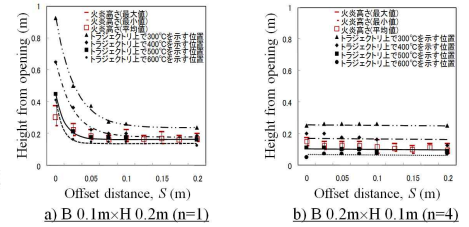


그림 3. 개구부 환경조건에 따른 화염의 높이

3) 그림 4와 같이, 측벽이 개구부 모서리와 근접할 때 무차원 온도대비 무차원 화염높이는 요코이 곡선(Yokoi Curve) 보다 높게 나타났다. 무차원 길이의 비율에 대해서, 측벽간 사이의 거리 증가/감소 비율은 개구부 비율(aspect ratio of the opening)이 작아질 때 실질적으로 증가하는 것으로 추정되었다.

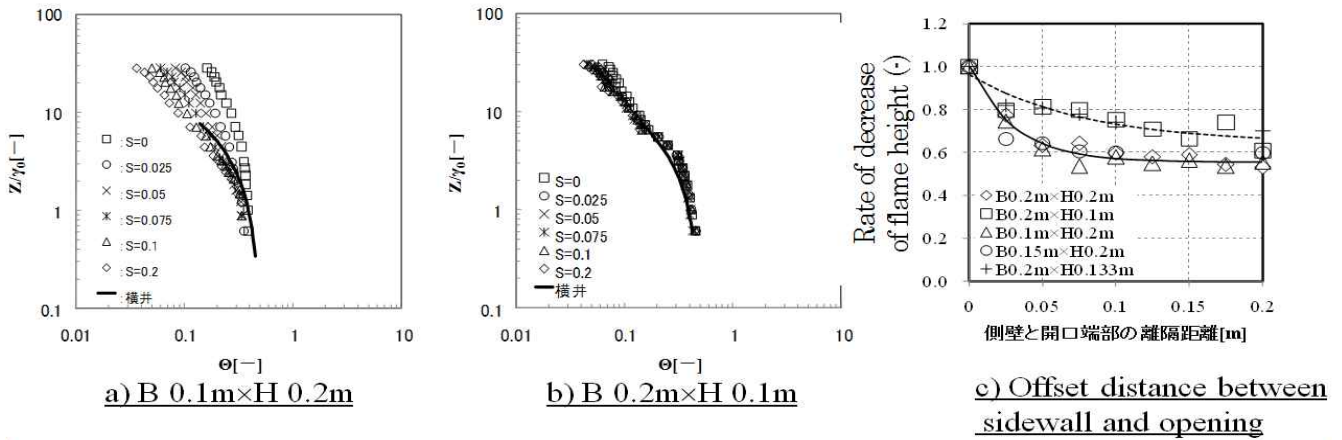


그림 4. 중심축상에서의 온도 분포 및 화염높이의 감소율

4. 결론 및 고찰

측벽이 없을 경우, 화염의 중심축은 개구부가 ‘vertically long (n=1 and 1.5) & square (n=2)’ 일 때 벽으로부터 점차 멀어지는 경향을 보이고 있다. 그러나, 개구부가 ‘horizontally long (n=3 and 4)’ 일 때 벽면을 따라 이동하는 경향이 있다. 한편, 측벽이 존재시, 중심축은 개구부 형태와 관계없이 벽면 방향을 따라 이동되었음을 알 수 있다. 화염 높이는 측벽과 개구부 모서리 사이의 이격 거리가 길수록 감소되었으며 이는 aspect ratio가 작아질 때 더 강해지는 경향임을 알 수 있다. 측벽이 없을 때, 온도 분포는 개구부의 형태와 관계없이 Yokoi Curve와 일반적으로 일치했지만, 측벽이 존재시에는 측벽이 개구부 모서리에 근접할 때 ‘무차원 온도 대비 무차원 화염높이’ 비율이 Yokoi Curve 보다 높게 나타났다. 또한, 무차원 길이 비율 변화 동안, 측벽사이의 이격거리의 증가/감소 비율은 개구비율이 작아질 때 실질적으로 증가하게 됨을 판단할 수 있다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 산업통상자원부 국가표준기술력향상사업(과제번호: 10050618)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. S. Yokoi, Study on Fire-spread Caused by Jet Plume, Diss., The University of Tokyo, 1959
2. K. Himoto, TEMPERATURE AND TRAJECTORY OF FLAME/PLUME EJECTED FROM A MECHANICALLY AIR-SUPPLIED FIRE COMPARTMENT, Journal of Environmental Engineering, No.598, pp.1~8, 2005,12