

방화셔터 복사열의 위험성 예측에 관한 연구

전준표* · 민병렬* · 전수민* · 이동호**

한국건설기술연구원, 인천대학교 소방방재연구소

A Study on the Hazard of Radiant Heat of the Fire Shutters in Fire

Jun-Pyo Jeon* · Byung-Yeol Min* · Soo-Min Jeon* · Dong-Ho Rie**

KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY*,

Fire Disaster Prevention Research Center, University of Incheon**

요 약

국내 건축법에서는 화재의 확산을 방지하기 위해 방화구획을 설치하여 인명피해와 재산 피해를 최소화 하고 있다. 따라서 방화구획 개구부의 방화문, 방화셔터 등 각종 배관 관통부 시스템의 화재저항 성능이 중요하다. 이에 본 연구에서는 방화구획 중 넓은 면적에 사용되는 방화셔터를 각 종류별 내화성능실험을 통하여 방화셔터의 방화성능 확인과 더불어 실험 시 방화셔터에서 발생하는 복사열의 측정을 통하여 화재가 확대될 수 있는 위험성을 예측하였다.

1. 서 론

건축법에서는 방화구획을 면적별, 사용부위별로 방화구획을 설치하도록 규정하여 해당 구조에 대한 방화성능을 확인하도록 되어 있다. 방화구획 중 개구부의 크기가 넓은 곳에 사용되는 방화셔터는 국토해양부 고시 제2010-528호 「자동방화셔터 및 방화문의 기준」에 의해서 성능을 확인하도록 되어있다. 방화셔터는 비상문이 설치된 일체형 방화셔터와 화재 저항성능이 우수한 실리카 재질의 Fabric 셔터가 등장하였다. 그러나, 이러한 철재와 Fabric 재질의 셔터는 재료의 단열성능이 없고 열전도율 또한 높아 화재발생 시 높은 열이 화재 반대면으로 전달될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 재질이 다른 방화셔터를 내화성능실험을 통하여 방화성능을 확인하고 내화성능실험과 동시에 복사열을 측정하여 화재가 확대될 수 있는 위험성을 예측 하였다.^{1)~3)}

2. 본 론

2.1 방화셔터의 종류

방화셔터를 구성하는 주재료로는 크게 철재와 Fabric으로 구분 할 수 있으며, 비상출입구의 유무에 따라 일체형 방화셔터와 일반형 방화셔터로 구분 할 수 있다. 철재 일체형 방화셔터는 그림 1에서 보는 바와 같이 출입구가 일반 문처럼 열리는 여단이의 형태로 되어 있으며, Fabric 일체형 방화셔터는 그림 2에서 보는 바와 같이 보통의 출입구가 아래에서 위로 쫓혀지는 구조로 되어 있다.



그림 1. 일체형 방화셔터



그림 2. 일체형 스크린방화셔터

2.2 방화셔터의 성능기준

국내 방화셔터의 성능기준은 국토해양부 고시 제2010-528호 「자동방화셔터 및 방화문의 기준」에서 규정한 KS F 2268-1(방화문의 내화시험 방법)에 의해 차연성능을 확인하도록 되어 있으며, KS F 2846(방화문의 차연성 시험 방법)에 의해 차연성능을 확인하도록 되어 있다. 한편 NFPA 인명안전코드에서 인용한 출입문을 열때 133N이하, 완전 개방한 때 67N을 적용하여 어린이나 노약자가 화재 시 위급한 상황에서 피난할 수 있도록 여는 힘 및 닫는 힘을 규정하고 있다.³⁾⁴⁾⁵⁾¹⁰⁾

2.3 복사열의 피해정도

지구표면에 태양으로부터 받는 복사열은 약 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 로서 표 1에서 보는 바와 같이 $1\text{kW}/\text{m}^2$ 라는 복사열에 노출 되었을 시 피부에 대한 통증과 화상을 입을 수 있으며 $10\text{kW}/\text{m}^2$ 이상이면 물체에 점화를 일으킬 수 있다.⁷⁾

표 1. 손상 지표의 열유속

구분	열손상의 최소 값
$1.0\text{kW}/\text{m}^2$	노출 피부에 대한 통증
$4.0\text{kW}/\text{m}^2$	노출 피부에 대한 화상
$10\sim 20\text{kW}/\text{m}^2$	물체의 점화

2.4 실험방법

본 실험에서는 방화셔터의 방화성능 확인과 복사열 데이터를 확보하기 위하여 KS F

2268-1(방화문의 내화시험 방법)에 따라 내화성능시험을 진행하였다. 시험체는 철재서터 및 Fabric서터로서 철재서터의 경우 일체형 및 단열서터, Fabric서터는 일체형의 서터를 시험체로 선정하였다.

표 2. 시험체 구성

구분		재질
철재서터	일체형서터	1.6mm 전기아연도금강판
	단열서터	1.6mm 전기아연도금강판+ 미네랄울
Fabric서터	일체형서터	0.7mm 실리카

2.5 복사열 측정 방법

복사열의 측정 방법은 IMO(International Maritime Organization : 국제해사기구)의 FTP(Fire Test Procedure)Code에서 제시한 유리구획의 복사열 측정방법을 통하여 측정하였으며, 복사열의 측정 위치는 방화서터의 크기에 따라 발생하는 복사열에 크기가 다르기 때문에 그림 3에서와 같이 시험체와 일정한 거리를 둔 서터의 중앙부의 범선축으로 열량계 시계가 포용하는 최소거리로 하였다.

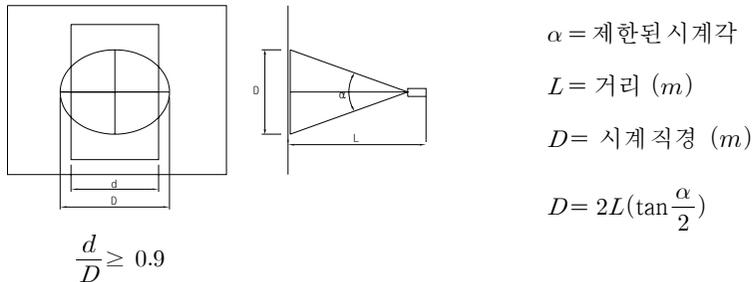


그림 3. 복사열 측정 위치의 산정

2.6 실험결과

방화서터의 경우 서터박스과 가이드레일에 차연성능의 확보를 위해 가스켓이 설치되며 서터의 구동을 위한 전동기가 설치된다. 따라서 두 종류의 서터 모두 시험 초기 가스켓과 박스내부 전동기의 연소로 인한 연기가 발생함을 보였으나 개구부 및 화염의 발생이 없어 비차열 1시간의 성능을 확인할 수 있었다. 그러나 철재서터의 경우 고온으로 인한 서터 전체에 적열현상으로 비가열면에 높은 복사열이 측정됨을 알 수 있었으며, Fabric서터의 경우 내화시험의 시작과 동시에 서터 전체에 다량의 연기가 발생함을 보였으나 시간이 지남에 따라 연기는 소멸 되었으나 철재 방화서터와 마찬가지로 고온에 의한 적열 현상을 보였다.



그림 4. 내화시험

표 5. 복사열 측정 결과

구 분	재 질	(kW/m ²)
철재셔터	1.6mm 전기아연도금강판	25.0
철재 단열셔터	1.6mm 전기아연도금강판+ 미네랄울	8.5
Fabric셔터	0.7mm 실리카	12.8

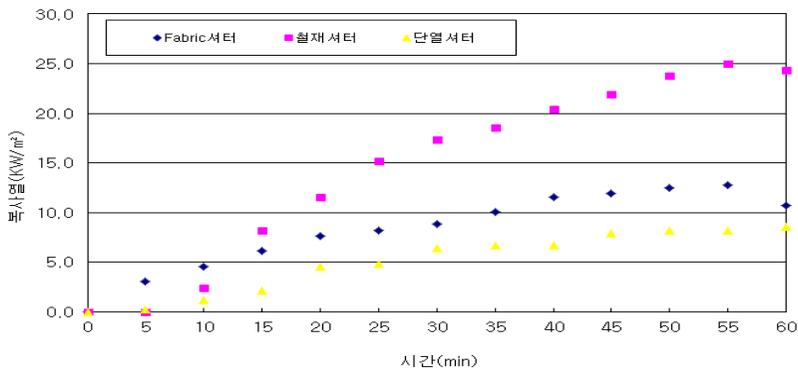


그림 5. 복사열 측정 그래프

방화셔터의 60분 내화시험 중 복사열의 측정결과 최대 8.5kW/m²~25.0kW/m²의 복사열이 측정되었으며, 시간적 차이는 보였지만 단열셔터를 제외한 철재와 Fabric셔터의 경우 표 1에서와 같이 10초간 노출 시 화상을 입을 수 있는 11.64kW/m²와 물체에 점화를 일으킬 수 있는 10kW/m²~20kW/m²를 초과 한 것으로 나타났다.

3. 결 론

개구부의 면적이 넓을 경우 방화구획을 형성하여 화재확산의 방지를 목적으로 하는 방화셔터를 재료별로 분류하여 내화실험을 통한 복사열 측정결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 내화성능 실험을 통한 모든 방화셔터는 차염성능을 만족하는 비차열 1시간의 성능기준을 모두 만족하였다. 그러나 복사열의 측정결과 $8.5\text{kW/m}^2 \sim 22.4\text{kW/m}^2$ 의 높은 복사열이 측정 되었다. 인간에게 화상을 입힐 수 있으며 화재 반대면 으로의 화재가 확산될 수 있는 높은 복사열의 수치로서 방화셔터 주변의 적재 물에 기인한 위험성이 높음을 알 수 있었다.

2) Fabric셔터의 경우 초기부터 시험체에 열이 직접적으로 가해지기 때문에 발열량이 급격히 증가하여 시작과 동시에 다량의 연기가 발생하였다. 따라서 화재 발생 시 화재 증기에 접어들면서 Fabric셔터에 직접적인 열이 가해질 경우 다량의 연기가 발생하여 피난자의 시야 확보에 영향을 줄 수 있음을 확인 하였으며, 복사열의 수치도 증가하여 주변의 적재된 물건에 점화를 일으킬 수 있음을 알았다.

참고문헌

1. 건축법 시행령(제46조), [시행 2011.2.5], [대통령령 제22560호,2010.12.29,타법개정]
2. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙[시행 2010.12.30], [국토해양부령 제320호, 2010.12.30]
3. 국토해양부 고시 제2010-528호 「자동방화셔터 및 방화문의 기준」,(2010)
4. 한국산업규격 KS F 2268-1(방화문의 내화 시험방법),(2006)
5. 한국산업규격 KS F 2846(방화문의 차연 시험방법),(2006)
6. 여인환, 안재홍, 인기호, 민병렬, “건축물 방화구획에 적용되는 방화문, 방화셔터, 방화유리창의 국내외 성능기준 비교 연구”, 한국화재소방학회, 추계학술발표회 논문집, pp.49-57(2007)
7. 오규형, 김동일, 김운형, 김유식, 오인석, 우성천, 이수경, 인세진, 최돈묵 “화재공학원론”, pp.75-78, 도서출판 동화기술,(2004)
8. 전준표, 전수민, 조남욱, 인기호, 이동호, “방화문의 성능기준 개선방안에 관한 연구”한국화재소방학회, 추계학술발표회 자료집, pp.3-6(2010)
9. IMO(International Maritime Organization : 국제해사기구)FTP(Fire Test Procedure)Code, Appendix 1 (Thermal radiation test supplement to fire resistance tested for windows in "A","B" and "F" class divisions,(2002)
10. National Fire Protection Association, "NFPA 101 Life Safety Code",(2006)