화재 시 자동방화셔터의 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성에 관한 연구

Study on the Possibility of Fire Spreading Owing to Radiation Heat Transfer of Automatic Fire Shutters in the Event of Fire

서희원* · 김대회** · 최동호***

Seo, Heewon*, Kim, Daehoi**, and Choi, Dongho***

Abstract

Mock-up tests were performed to evaluate the possibility of fire spreading owing to radiation heat transfer of automatic fire shutters in the event of fire where combustible materials are placed around them. Test results show that combustible materials placed at a distance of 0.5 m to 1 m from the automatic fire shutter can become ignited through radiated heat in the event of fire. Therefore, it is necessary to improve the related standards such as limiting the placement of combustible materials within a definite distance from automatic fire shutters or installing automatic fire shutters with adequate insulation performance for the portion where combustible materials are inevitably placed adjacent to them.

Key words : Automatic Fire Shutter, Radiant Heat, Fire Spreading, Mock-up Test

요 지

화재 시 자동방화셔터 주변에 가연물이 배치되었을 경우 자동방화셔터를 통한 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성을 평가하기 위하여 mock-up 실험을 실시하였다. 실험 결과, 자동방화셔터로부터 0.5m ~ 1m 이격 거리에 있는 가연물은 화재 시 복사열에 의한 착화가 가능하여 화재확산에 영향을 줄 수 있는 것으로 나타나 자동방화셔터 주변 일정거리 이내에는 가연물이 배치되지 않도록 제한하거나, 가연물의 인접 배치가 불가피한 부분에 대해서는 차열성능이 있는 자동방화셔터를 설치하도록 하는 등 관련 기준을 개선할 필요성이 있다.

핵심용어 : 자동방화셔터, 복사열, 화재확산, 실험모형(Mock-up) 실험

1. 서 론

건축물이 복합화, 대형화, 고층화됨에 따라 화재 시 인명 안전 및 재산 보호를 위하여 화재확산을 방지하는 것은 매우 중요하며, 건축법에서는 이를 위하여 방화구획을 하고, 그 방화구획 선상에 내화구조 및 화재확산방지설비(방화문,

자동방화셔터, 방화담퍼 등)가 설치되도록 하고 있다. 한편, 자동방화셔터는 건축법에서 방화구획의 용도로 화재 시 연기 및 열을 감지하여 자동폐쇄되는 것으로서 공항, 체육관, 대형쇼핑몰 등 넓은 공간에 부득이하게 내화구조로 된 벽을 설치하지 못하는 경우에 사용하도록 하고 있으며, Fig. 1과 같이 최근 대형쇼핑몰 등의 판매시설, 아트리움 등의 개방

*교신저자, 정회원, ¹ 서울시립대학교 일반대학원 재난과학과 박사과정

² 한국화재보험협회부설방재시험연구원 방내화팀 책임연구원(Tel: +82-31-887-6684, Fax: +82-31-887-6680, E-mail: hwseo@kfpa.or.kr)

Corresponding Author, Member, ¹ Ph.D. Candidate, Department of Disaster Science, Graduate School, University of Seoul

² Senior Researcher, Fire Resistance Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea

**정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 방내화팀 책임연구원

Member, Senior Researcher, Fire Resistance Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea

***정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 화재환경시스템팀 수석연구원

Member, Principal Researcher, Fire Safety & Building Environment System Research Team, Fire Insurers Laboratories of Korea

공간, 큰 규모의 통로 등에 널리 설치되고 있다.

한편, 자동방화셔터는 부득이하게 내화구조로 된 벽을 설치하지 못하는 경우에 사용하도록 규정되어 있음에도 불구하고 건축물 내부 공간의 개방감 확보 및 활용성의 극대화를 위하여 무분별하게 설치되고 있는 실정이다. 내화구조가 차염성 및 차열성의 내화성능을 확보하도록 하고 있는데 반하여 자동방화셔터는 차염성(비차열 1시간 성능)만을 확보하도록 하고 있어 자동방화셔터를 통한 복사열 전달로 화재 발생 공간의 이웃 공간의 재실인원의 피난 안전성이 저하되고, 가연물이 착화되어 화재확산이 발생하는 등 건축물의 화재안전성 확보에 문제가 될 수 있다.

이에 본 연구에서는 화재 시 화재확산을 방지하기 위해 설치된 자동방화셔터가 정상 작동되었다 하더라도, 주변에 의류와 같은 가연물이 인접하여 배치되었을 경우 자동방화셔터를 통한 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성을 평가하기 위하여 자동방화셔터 실물모형(Mock-up) 실험을 실시하였으며, 제도 개선 방안을 마련하고자 하였다.

Fig. 1. View of Combustible Materials around Fire Shutter Position at a Shopping Mall

2. 자동방화셔터

2.1 개요

2.1.1 자동방화셔터 구성

자동방화셔터라 함은 방화구획 선상의 개구부에 설치되어 평상시에는 셔터가 올려져 있다가 화재 시 연기 발생 및 온도 상승에 의해 자동으로 하강하여 개구부를 폐쇄하는 화재확산방지설비이다. 자동방화셔터는 전동 또는 수동에 의한 개폐장치, 연동폐쇄장치, 셔터 본체, 모터 등으로 구성되는데, 작동 원리는 일반셔터에 화재 시 전자브레이크를 해제

시켜 주는 폐쇄기를 추가로 설치하여 화재 시 자중에 의해 폐쇄가 되도록 하는 것이다. 기본적으로 연기 감지기에 의한 일부 폐쇄와 열 감지기에 의한 완전 폐쇄(2단 강하)가 되도록 하여야 하며, 열 감지기로 60℃ ~ 70℃에서 작동되는 정온식 스포트형 감지기가 사용된다. 자동방화셔터의 설치 기준은 ‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에서 찾아볼 수 있다.

2.1.2 자동방화셔터 종류

자동방화셔터는 셔터의 재질에 따라 철재 자동방화셔터와 스크린 자동방화셔터로 구분할 수 있으며, 출입구의 포함 유무에 따라 일반형 자동방화셔터와 일체형 자동방화셔터로 구분할 수 있다. Fig. 2에서 일반형 철재 자동방화셔터, 일체형 철재 자동방화셔터 및 일반형 스크린 자동방화셔터의 모습을 볼 수 있다.

(a) Normal Steel Fire Shutter

(b) Steel Fire Shutter having Evacuation Door

(c) Screen Fire Shutter (Fire Curtain)

Fig. 2. Type of Fire Shutters

2.2 관련 기준

2.2.1 건축법 시행령

‘건축법 시행령’에서는 다음과 같이 방화구획에 자동방화셔터 등을 설치하도록 하고 있다(Enforcement Decree of the Building Act, 2018).

제46조(방화구획 등의 설치) ① 법 제49조제2항에 따라 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 연면적이 1천 제곱미터를 넘는 것은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 내화구조로 된 바닥·벽 및 제64조에 따른 갑종 방화문(국토교통부장관이 정하는 기준에 적합한 자동방화셔터를 포함한다. 이하 이 조에서 같다)으로 구획(이하 “방화구획”이라 한다)하여야 한다. 다만, 「원자력안전법」 제2조에 따른 원자로 및 관계시설은 「원자력안전법」에서 정하는 바에 따른다.

2.2.2 자동방화셔터 및 방화문의 기준

‘자동방화셔터 및 방화문의 기준’에서는 다음과 같이 방화구획에 자동방화셔터를 설치하도록 하고 있다(MOLIT, 2016).

제1조(기준의 목적) 이 기준은 건축법시행령 제46조의 규정에 의한 자동방화셔터(이하 “셔터”라 한다)의 설치 위치, 구성요소 및 성능기준 등과 건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙 제26조의 규정에 의한 방화문의 시험방법 등을 정함을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. <중략>

② “셔터”라 함은 방화구획의 용도로 화재시 연기 및 열을 감지하여 자동 폐쇄되는 것으로서, 공항·체육관 등 넓은 공간에 부득이하게 내화구조로 된 벽을 설치하지 못하는 경우에 사용하는 방화셔터를 말한다.

③ “일체형 자동방화셔터”(이하 “일체형 셔터”라 한다)라 함은 방화셔터의 일부에 피난을 위한 출입구가 설치된 셔터를 말한다. <중략>

제3조(설치위치) ① 셔터는 건축법시행령 제46조제1항에서 규정하는 피난상 유효한 갑종방화문으로부터 3미터 이내에 별도로 설치되어야 한다. 다만, 일체형 셔터의 경우에는 갑종방화문을 설치하지 아니할 수 있다.

② 일체형 셔터는 시장·군수·구청장이 정하는 기준에 따라 별도의 방화문을 설치할 수 없는 부득이한 경우에 한하여 설치할 수 있으며, 일체형 셔터의 출입구는 다음의 기준을 따라야 한다.

1. 행정자치부장관이 정하는 기준에 적합한 비상구유도등 또는 비상구유도표지를 하여야 한다.
2. 출입구 부분은 셔터의 다른 부분과 색상을 달리하여 쉽게 구분되도록 하여야 한다.
3. 출입구의 유효너비는 0.9미터 이상, 유효높이는 2미터 이상이어야 한다.

제4조(셔터의 구성) ① 셔터는 전동 또는 수동에 의해서 개폐할 수 있는 장치와 연기감지기·열감지기 등을 갖추고, 화재발생시 연기 및 열에 의하여 자동폐쇄되는 장치 일체로서 주요구성부재·장치·규모 등은 KS F 4510(중량셔터)에 적합하여야 한다. 다만, 강제셔터가 아닌 경우에는 KS F 4510(중량셔터)에 준하는 구성조건이어야 한다. ② 셔터는 화재발생시 연기감지기에 의한 일부폐쇄와 열감지기에 의한 완전폐쇄가 이루어 질 수 있는 구조를 가진 것이어야 한다.

③ 셔터의 상부는 상층 바닥에 직접 닿도록 하여야 하며, 부득이하게 발생한 바닥과의 틈새는 화재시 연기와 열의 이동통로가 되지 않도록 방화구획에 준하는 처리를 하여야 한다.

제5조(성능기준) ① 셔터(일체형 셔터를 포함한다)는 다음의 성능을 확보하여야 한다.

1. KS F 2268-1(방화문의 내화시험방법)에 따른 내화시험 결과 비차열 1시간 성능
2. KS F 4510(중량셔터)에서 규정한 차연성능
3. KS F 4510(중량셔터)에서 규정한 개폐성능
4. 일체형 셔터의 피난 출입문을 여는데 필요한 힘(바닥으로부터 86 cm에서 122 cm사이, 개폐부 끝단에서 10 cm이내에서 측정한다)은 문을 열 때 133 N 이하, 완전 개방한 때 67 N 이하

2.2.3 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률

‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’에서는 자동방화셔터의 유지관리와 관련하여 다음과 같이 규정되어 있다(Act on Fire Prevention and Installation, Maintenance, and Safety Control of Fire-Fighting Systems, 2018).

제10조(피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리)

① 특정소방대상물의 관계인은 「건축법」 제49조에 따른 피난시설, 방화구획(防火區劃) 및 같은 법 제50조부터 제53조까지의 규정에 따른 방화벽, 내부 마감재료 등(이하 “방화시설”이라 한다)에 대하여 다음 각 호의 행위를 하여서는 아니 된다.

1. 피난시설, 방화구획 및 방화시설을 폐쇄하거나 훼손하는 등의 행위
 2. 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 주위에 물건을 쌓아두거나 장애물을 설치하는 행위
 3. 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 용도에 장애를 주거나 「소방기본법」 제16조에 따른 소방활동에 지장을 주는 행위
 4. 그 밖에 피난시설, 방화구획 및 방화시설을 변경하는 행위
- ② 소방본부장이나 소방서장은 특정소방대상물의 관계인이 제1항 각 호의 행위를 한 경우에는 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리를 위하여 필요한 조치를 명할 수 있다.

3. 실물모형(Mock-up) 실험

3.1 실험체

Figs. 3, 4에 나타난 바와 같이 화재 시 자동방화셔터의 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성 평가를 위해서 수직가열로에 자동방화셔터 실험체가 설치된 실험체들을 먼저 부착한 후 자동방화셔터의 비가열면으로부터 0.5 m ~ 1 m 이격 거리에 가연물(의류, 종이상자 등)을 배치하였다.

Fig. 3. Mock-up Test Concept for Evaluating the Possibility of Fire Spreading due to Radiation Heat Transfer of Automatic Fire Shutters

실험은 건축물에 일반적으로 설치되는 자동방화셔터에 대해서 Table 1과 같이 총 4회에 걸쳐서 실시되었는데, 실험

1~3은 단일 가연물(의류)에 대한 것이고, 실험 4는 다중 가연물(의류, 종이상자, 이불 등)에 대한 것으로 실험 1은 스크린 자동방화셔터, 실험 2~4는 Slat의 두께가 1.6 mm인 동일 사양의 철재 자동방화셔터에 대해서 실시되었다.

3.2 실험방법

KS F 2268-1 (2014) ‘방화문의 내화시험방법’에서 규정한 Fig. 5의 표준 시간-온도 곡선에 따라 1시간 동안 실험체들에 설치된 자동방화셔터를 가열(단, 실험 4는 화세가 강하여 안전을 위하여 18분간 가열후 중단)하면서 Figs. 3, 4와 같이 자동방화셔터로부터 0.5 m ~ 1 m 이격 거리에 복사열량계 (Schmidt- Boelter type, 측정범위 0~100 kW/m², 시계각 180°)를 설치하여 복사열을 측정(관련 기준에 따라 실험 1에서는 1 m 이격 거리에서 복사열을 측정하였으나, 가연물과 동일 거리에서 복사열을 측정하는 것이 더 유의미한 것으로 판단하여 실험 1의 32~34분과 실험 2~4의 전 시간에서는 0.5 m 이격 거리에서 측정)한 후 Society of Fire Protection Engineers (2002)의 SFPE Handbook에 기술된 Table 2의 복사강도에 따른 영향과 비교하였으며, 0.5 m 이격거리에 배치된 가연물의 착화여부 등을 육안으로 관찰하고, Fig. 6과 같이 가연물 주위에 고정열전대를 설치하여 복사온도를 측정하여 자동방화셔터의 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성을 평가하였다.

(a) Single Combustible Material (Test 1~3)

(b) Multiple Combustible Materials (Test 4)

Fig. 4. View of Installation of Mock-up Test Specimens

Table 1. Outline of Mock-up Tests

Test No.	Material of Shutter	Measurement Items	Measurement Position	Notice
1	Screen	Radiant Heat Flux, State of Clothes (Cotton Blends)	State of Clothes: 0.5 m, Radiant Heat Flux: 1 m (0.5 m at 32 to 34 min)	Moving the Heat Flux Meter during the Test
2	Steel (A)	Radiant Heat Flux, State of Clothes (Cotton), Radiant Temperature	0.5 m	-
3	Steel (B)	Radiant Heat Flux, State of Clothes (Polyester), Radiant Temperature	0.5 m	-
4	Steel (C)	Radiant Heat Flux, State of Combustible Materials, Radiant Temperature	0.5 m	Various Cloth(es), Paper Box, Blanket, etc.

Table 2. Effects Depending on Radiant Intensity

Radiant Intensity (kW/m ²)	Effect of Radiant Heat	Radiant Intensity (kW/m ²)	Effect of Radiant Heat
<2.5	Tolerance Time > 5 min	10	Tolerance Time = 4 s
2.5	Tolerance Time = 30 s	10 ~ 20	Ignition of Normal Combustible Material

Fig. 5. Standard Time-Temperature Curve

Fig. 6. View of Installation of Thermocouples

3.3 실험결과

3.3.1 단일 가연물(실험 1~3)

스크린 자동방화셔터와 철재 자동방화셔터의 복사열로 인한 화재확산 가능성을 평가하기 위한 실험 결과, Table 3과 같이 실험 종료시까지 최대 복사열은 스크린 자동방화셔터의 경우 셔터 중앙부 1 m 이격 거리에서 복사열이 12 kW/m² 정도, 철재 자동방화셔터의 경우 셔터 중앙부 0.5 m 이격 거리에서 30 kW/m² 정도로 나타났으며, 두 경우

모두 셔터에서 0.5 m 이격 거리의 의류는 녹거나 착화되어 화재확산의 위험성이 있는 것으로 나타났다.

3.3.1.1 복사열 측정 결과

Fig. 7과 같이 철재 자동방화셔터의 경우 0.5 m 이격 거리에서의 복사열은 철재 자동방화셔터 A가 가열 7분 경과 시 2.5 kW/m², 12분 경과 시 10 kW/m²를 초과하였으며, 철재 자동방화셔터 B가 가열 8분 경과 시 2.5 kW/m², 13분 경과 시 10 kW/m²를 초과하여 인체가 견딜 수 있는 복사열 강도 및 가연물이 착화할 수 복사열 강도가 실험 초기에 초과되는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 7. Measurement Results of Radiant Heat Flux

스크린 자동방화셔터의 경우 1m 이격 거리에서 복사열을 측정하여 철재 자동방화셔터와 직접적인 비교를 하기는 어려우나 일시적으로 복사열량계를 0.5 m 이격 거리로 이동하여 측정한 32~34분에서의 복사열이 약 19 kW/m²에 달해 철재 자동방화셔터의 복사열과 큰 차이가 나지 않는 것으로 비추어 볼 때 인체가 견딜 수 있는 복사열 강도 및 가연물이 착화할 수 복사열 강도가 실험 초기에 초과될 것으로 추정할 수 있다.

Table 3. Test Results

Test No.	Material of Shutter	Maximum Radiant Heat Flux (kW/m ²)	State of Clothes	Maximum Radiant Temperature (°C)
1	Screen	12.7 (1 m Separation)	Ignition	None
2	Steel(A)	29.3 (0.5 m Separation)	Ignition	379.8
3	Steel(B)	30.6 (0.5 m Separation)	Melting	188

한편, 복사열은 실험 종료시까지 철재 자동방화셔터 A는 최대 29.3 kW/m², 철재 자동방화셔터 B는 최대 30.6 kW/m², 스크린 자동방화셔터는 최대 12.7 kW/m² (1 m 이격 거리)로 나타나 SFPE 핸드북에 의하면 1 m 이내 이격 거리의 가연물에 착화가 발생할 수 있을 것으로 판단되었다.

3.3.1.2 가연물 상태

스크린 자동방화셔터의 경우 Fig. 8과 같이 면혼방 소재의 셔츠를 자동방화셔터로부터 0.5 m 이격 거리에 배치한 결과 실험 11분 경과시 연기가 발생하고 16분 경과시 착화가 되는 것으로 확인되었다.

그리고, 철재 자동방화셔터의 경우 Fig. 9와 같이 면 소재의 티셔츠를 자동방화셔터로부터 0.5 m 이격 거리에 배치한 결과 실험 12분 경과시 연기가 발생하고 15분 경과시 착화가 되는 것으로 확인되었다.

마지막으로, Fig. 10과 같이 폴리에스터 소재의 점퍼는 동일 이격 거리에서 실험 11분 경과시 연기가 발생하고 15분 경과시 녹아내리기 시작하였으나 착화는 되지 않는 것으로 확인되었다.

의류를 자동방화셔터 전방에 배치하여 자동방화셔터에 대하여 가열실험을 실시한 결과, 의류 소재에 따라 착화 또는 녹아 내리는 등의 결과가 나타나 적어도 자동방화셔터로부터 0.5m 이격 거리 이내에서는 의류의 소재 차이에 관계없이 의류가 착화되거나 용융되어 화재 확산에 영향을 줄 수 있는 것으로 확인되었다.

Fig. 8. View of Ignition of Clothes in front of the Screen Fire Shutter

Fig. 9. View of Ignition of Clothes in front of the Steel Fire Shutter A

Fig. 10. View of Melting of Clothes in front of the Steel Fire Shutter B

3.3.1.3 복사온도 측정 결과

복사온도는 실험 계획의 수정에 따라 실험 2~3의 철재 자동방화셔터에서만 측정되었으며, 가연물과 동일하게 0.5 m 이격 거리에서 측정되었다.

철재 자동방화셔터 A의 경우 복사온도는 Fig. 11과 같이 복사열의 증가에 따라 면 소재의 티셔츠가 착화되는 실험 15분 경과시까지 비례적으로 상승한 이후 복사열과 유사한 패턴을 보이면서 감소 및 증가하였다.

한편, 철재 자동방화셔터 B의 경우 복사온도는 철재 자동방화셔터 A와 유사한 패턴을 보이며 실험 12분 경과시까지 상승하였으나, 복사열의 증가에 따라 폴리에스터 소재의 점퍼가 녹아내리면서 열전대 수열면의 각도를 변화시켜 복사온도가 감소한 이후 완만히 증가한 것으로 판단되었다.

Fig. 11. Measurement Results of Radiant Temperature

3.3.2 다중 가연물(실험 4)

다양한 가연물(의류, 종이상자, 이불 등)이 배치될 경우에 자동방화셔터의 복사열로 인한 화재확산 가능성을 평가하기 위한 것으로 그 결과는 다음과 같이 나타났다.

3.3.2.1 복사열 측정 결과

Fig. 12와 같이 실험 종료시까지 철재 자동방화셔터 중앙부 0.5 m 이격 거리에서의 복사열은 가열 9분 경과시 2.5

kW/m^2 , 15분 경과시 10 kW/m^2 를 초과하여 인체가 견딜 수 있는 복사열 강도 및 가연물이 착화할 수 복사열 강도가 실험 초기에 초과되는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 12. Measurement Result of Radiant Heat Flux

3.3.2.2 가연물 상태

철재 자동방화셔터로부터 0.5 m 이격 거리에 다양한 가연물(의류, 종이상자, 이불 등)을 배치하여 실험한 결과 실험 13분 경과시 연기가 발생하고, Fig. 13과 같이 16분 경과시 종이상자가 가장 먼저 착화되어 18분 경과시 이불 및 의류 전체로 화재가 확산되는 것으로 확인되었으며, 화재가 강하여 안전을 위하여 소화함으로써 실험을 중단하였다.

3.3.2.3 복사온도 측정 결과

복사온도는 가연물 주위의 행거 및 진열대에서 측정되었으며, 행거 및 진열대 앞은 0.5 m, 진열대 뒤는 1 m 정도의 이격 거리에서 측정되었다.

복사온도는 Fig. 14와 같이 복사열의 증가에 따라 실험 16분 경과시까지 비례적으로 상승한 이후 가연물이 착화됨에 따라 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 진열대에 설치된 열전대의 경우 급격한 화재로 인한 열전대 탈락 및 이상으로 실험 종료시에 복사온도가 측정되지 않았다.

한편, 복사온도를 통하여 200°C 남짓의 온도에서 종이상자가 착화된 것으로 판단할 수 있으며, 이후 발생한 열이 다른 가연물들을 더욱 빠르게 착화시킨 것으로 판단된다.

Fig. 14. Measurement Results of Radiant Temperature

4. 결 론

본 연구는 화재 시 화재확산을 방지하기 위해 설치된 자동방화셔터가 정상 작동되었다 하더라도 주변에 가연물이 인접하여 배치되었을 경우 자동방화셔터를 통한 복사열 전달에 의한 화재확산 가능성을 평가하고, 관련 제도 개선을 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 실시되었으며, 다음의 연구 결과를 도출하였다.

- (1) 본 실험을 통해 확인한 결과 적어도 건축물에 일반적으로 설치되는 자동방화셔터로부터 0.5 m 이격 거리 이내에서는 화재 시 복사열에 의한 가연물의 착화가 가능하여 화재확산에 영향을 줄 수 있는 것으로 확인되었으며, 복사열 강도에 의한 영향을 고려하였을 때 1 m 이격 거리 정도에서도 가연물이 충분히 착화 가능할 것으로 판단되었다.

(a) at Elapsed 16 min

(b) at Elapsed 17 min

(c) at Elapsed 18 min

Fig. 13. View of Fire Spreading on Combustible Materials

- (2) ‘화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’에서는 자동방화셔터와 같은 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 주위에 물건을 쌓아두거나 장애물을 설치하는 행위를 금지하고 있으나, 이는 화재 시 작동 방해 등을 방지할 목적으로 규정된 것으로 자동방화셔터의 복사열 전달에 의한 화재확산을 방지하기 위해서는 가연물 배치 시 최소 이격 거리 등을 규정할 필요성이 있다.
- (3) 따라서, 대형쇼핑몰 등에서는 방화셔터 주변 일정거리 (최소 1 m 이격 거리) 이내에는 가연물이 배치되지 않도록 제한하거나, 가연물의 인접 배치가 불가피한 부분에 대해서는 차열능력이 있는 방화셔터를 설치하도록 하는 등 관련 기준의 개선이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2015년 도시건축연구사업과 관련하여 국토교통부의 연구비 지원(과제번호: 18AUDP-B100356-04)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

References

- Act on Fire Prevention and Installation, Maintenance, and Safety Control of Fire-Fighting Systems, § 10 (2018).
 Enforcement Decree of the Building Act, § 46 (2018).
 KS F 2268-1. (2014). *Fire resistance test for door assemblies*. Korean Standards Association.
 MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport). (2016). *Standard of Automatic Fire Shutters and Fire Doors*. Notification No. 2016-193.
 Society of Fire Protection Engineers. (2002). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (3rd ed). pp. 2-129.

Received	September 12, 2018
Revised	September 13, 2018
Accepted	September 27, 2018