대형방화셔터의 실크기 방화성능 평가방법 제안

A Suggested Method for Performance Evaluation of Large Scale Fireproof Shutters

우영제*

Woo, Youngje*

Abstract

Currently, there is a limitation in the performance evaluation of a large fireproof shutter due to the constraint of the maximum size of the test equipment (3 m × 3 m). In particular, the longer the maximum span of a large fireproof shutter, the greater the fire load. Accordingly, the deformation of the large fireproof shutter is increased. The fire fragile area between the guide rails at both ends of the large fireproof shutter and the body of the fireproof shutter increases, and at the same time, the possibility of flame passing through the fragile area increases. However, the reduced-scale test is performed without reflecting the above-mentioned problems, and the maximum span of 8 m specified in KS F 4510 is widely used. Therefore, the author suggests a new method for performance evaluation of large-scale fireproof shutter, which can reflect the fire vulnerabilities of large fireproof shutter with increasing span.

Key words : Fireproof Shutter, Large-Scale, Fireproof Evaluation

요 지

현재 대형방화셔터 시험방법은 시험장비의 최대 사이즈의 한계(최대시험가능 크기 3 m × 3 m)로 평가상의 한계가 존재한다. 특히 대형방화셔터의 최대 Span이 길어질수록 커지는 화재하중(압력과 열적팽창 거동)에 의해 대형방화셔터의 변형이 증가하게 된다. 이로 인해 대형방화셔터 양 끝단의 가이드레일과 방화셔터 본체 사이에 화재취약부위가 발생할 가능성이 증가하고 이 부위로 화염이 통과할 가능성이 더욱더 증가하게 된다. 그러나 기존 대형방화셔터의 방화성능 평가에 있어서는 상기의 문제점을 반영하지 못한채 축소시험만을 평가하고 있을뿐만 아니라 KS F 4510에서 규정하고 있는 최대 스패 8 m를 초과하여 사용하고 있는 실정이다. 이에 본 고에서는 Span 증가에 따른 대형방화셔터의 화재취약성을 반영할 수 있는 실크기의 새로운 방화성능평가 방법을 제안하고자 한다.

핵심용어 : 방화셔터, 실크기, 방화성능평가

1. 서 론

대형화재구획설비 중 방화셔터는 평상시 오픈하여 사용하다가 화재발생시 방화구획을 구성할 수 있는 장점으로 대형공간의 방화구획에 주로 사용되고 있다. 하지만 ‘대형 방화셔터의 평가하는 시험장비의 최대 사이즈 제한(크기 3 m × 3 m)으로 대형방화셔터가 설치되는 실크기에 대한 화재 안전성 평가에 문제가 있을 수 있다’라는 논의가

제기되고 있다. 이는 대형방화셔터(대형화재구획설비)가 화재 발생시 대규모의 인명피해가 발생할 수 있는 다중이용 시설에 주로 사용되고 있으며, 더욱이 건축물의 대형화 추세에 맞추어 방화구획하는 공간이 점점 커져가는 시점에서 소형부재에 비하여 대형방화셔터는 화재에 의한 변형 및 성능저하가 클 것으로 예상됨에 따라 이에 대한 새로운 평가 및 관리방법이 요구되고 있다. 그러나 아직까지 화재와 관련된 주요 규정(BS 476-22, 1987; AS 1530, 1994;

*교신저자, 정회원, 한국건설생활환경시험연구원 책임연구원(Tel: +82-43-210-8994, Fax: +82-43-210-8985, E-mail: imgod@kcl.re.kr)

Corresponding Author, Member, Principal Research Engineer, Construction&Safety Technology Center, KCL (Korea Conformity Laboratories)

ISO 3008, 2007; ISO 834, 2017; NFPA 252, 2017; ASTM E-119, 2019 등)에서는 시험장비의 한계로 인해 축소시험만 평가하고 있으며, 실크기에 대한 평가방법이 존재하지 않고 있다. 이에 본고에서는 실대형 크기의 대형방화셔터의 방화성능 평가를 위한 새로운 방법을 가이드라인 형식으로 제안하여 대형방화셔터의 화재안전성 확보에 도움이 되고자 한다.

2. 본 론

대형방화셔터의 실크기 방화성능 평가방법은 가이드라인 형식의 총 3가지 섹션으로 ‘① 총칙, ② 시험, ③ 성능기준 및 결과보고’로 구성된다. ① 총칙 부분에서는 목적, 적용대상, 적용 범위, 용어의 정의로 구성되며, ② 시험 부분에는 시험체, 시뮬레이션, 변위와 변형 반영, 화염분사 및 확인, 시험장치로 구성되어 있다. 마지막으로 ③ 성능기준 및 결과보고는 성능기준과 결과보고양식으로 구성된다.

2.1 총칙

2.1.1 목적

기존 대형방화셔터 시험방법의 취약점인 시험장비의 크기상의 한계(최대 시험가능크기(3 m × 3 m))로 축소시험만 가능했던 기존 시험방법을 보완하여 실제 설치되는 크기의 대형방화셔터의 화재 취약부위를 추가적으로 평가함으로써 대형방화셔터의 화재안전성을 보완하는데 그 목적이 있다.

2.1.2 적용대상

대형방화셔터(철제셔터)

2.1.3 적용범위

KS F 4510 (2015)에서 규정하고 있는 8 m를 초과하는 방화셔터의 끝단과 같은 화재취약부위의 화재안전성 시험 방법 및 기준을 제시한다.

2.1.4 용어의 정의

- “구성체”란 실제로 사용하는 대형방화셔터의 모든 지지물과 장치로 시험체의 마감 및 형태는 실제로 사용되는 것을 대표하며, 방화성능에 영향을 줄 수 있는 것을 포함한다.
- “시험체 끝단”(이)란 가이드와 대형방화셔터 본체가 맞닿는 양 끝단 부위의 화재취약부위를 말한다.
- “시뮬레이션”(이)란 ANSYS/SOILDWORK/FDS 또는 동등 이상의 프로그램을 이용하여 화재조건을 부여하고 시험체에 가해지는 변위와 변형을 평가하는 것을 말한다.

- “화염분사장치”란 대형방화셔터 끝단의 화재취약 부위의 화재안전성을 평가하기 위해 화염을 분사하는 장치를 말한다.

2.2 시험

전체적인 시험의 흐름을 보여주는 Fig. 1과 같이 ‘(a) 시험체의 설치(실크기), (b) 시험장치설치(화염분사장치, 가압장치), (c) 시뮬레이션을 통한 변위 값 도출, (d) 가압장치를 통한 변위값 반영, (e) 화염분사, (f) 배면확인(화염통과여부)’ 시험 평가한다.

2.2.1 시험체

2.2.1.1 크기

시험을 위한 시험체는 실제 크기로 한다.

2.2.1.2 시험체 설치

- ① 시험체는 모든 지지물과 장치를 포함하며, 실제로 사용할 수 있게 제작된 구성체로 시험체의 마감 및 형태는 실제로 사용되는 것을 대표하는 것으로 방화 성능에 영향을 줄 수 있는 것을 포함한다.
- ② 시험체는 실제 사용되는 벽 구조에 설치하여 시험해야 하나, 시험체가 충분히 고정되어 방화 시험 결과값에 영향을 미치지 않을 수 있는 구조에 설치되는 경우도 가능하다.
- ③ 시험체는 화재취약부위의 끝단을 중심으로 평가가 이루어짐으로 방화셔터와 셔터가이드가 실제 시공되는 설계도면대로 설치하여야 한다.

2.2.2 시뮬레이션

기존 평가방법(KS F 2268-1, 2014)에서는 대형방화셔터에 가해지는 화재상황을 3 m × 3 m의 가열로에서 ISO 834 또는 KS F 2257-1 (2019) 표준온도 가열곡선에 따라 주었다면, 실크기 대형방화셔터의 방화성능 평가방법에서는 화재발생시 대형방화셔터에 가해지는 압력과 화재하중에 의한 변형과 변위 등을 ANSYS/SOILDWORK/FDS 또는 동등 이상의 시뮬레이션 프로그램을 통해 측정한다. 단 입력 값 중 화원(버너)은 100 mm에 위치(KS F 2268-1 시험조건을 고려)하도록 하고 화재공간의 화재온도는 기존 시험방법과의 연계성을 유지하기 위해 KS F 2257-1 또는 ISO 834 표준온도 가열곡선에 따라 940 °C (1시간), 1,050 °C (2시간)로 한다.

2.2.3 변위와 변형 반영

시뮬레이션(2.2.2)에 의해 측정된 최대변위와 변형이 반영되도록 Fig. 2와 같이 시험체 중앙부에 지속적인 외력을 가한다.

(a) Installation of specimen (Large-Scale)

(b) Installation of test device

(c) Simulation of displacement value

(d) Reflect displacement value with pressure device

(e) Flame

(f) Check of back of shutter (Passing of the flame)

Fig. 1. Outline of Test

Fig. 2. Reflect Displacement Value

2.2.4 화염분사 및 확인

시험체 양 끝단에 변위와 변형이 가해진 상태에서 Table 1을 만족하는 화염을 1분간 분사한다. 1분간 화염을 분사하면서 배면에 화염이 통과하는지 여부를 육안으로 확인한다. 화염은 분사압력 0.8 MPa, 분사량 7 gal/h로 $45^\circ \pm 2^\circ$ 경사지게 분사하며 화염이 중첩되도록 한다.

Table 1. Spec of Flame

Pressure (MPa)	Injection Volume (gal/h)	Time of Injection (min)	Angle of Injection ($^\circ$)
0.8	7	1	45

상기 화염은 시험체에 직접닿는 부위는 200 kW/m^2 , 중첩되는 부위는 170 kW/m^2 정도의 열량값을 가진다.

2.2.5 시험장치

시험장치는 크게 화염분사장치, 대형방화셔터 고정 프레임, 가압장치로 구분할 수 있으며 각각의 제원은 Fig. 3과 같다.

- 화염분사장치는 제어장치, 화염분사기, 메인프레임, 오일공급장치 등의 주요 부위로 구성되며, 대형방화셔터 양끝단에서 체 양 끝단에 변위와 변형이 가해진 상태에 $300 \pm 100 \text{ mm}$ 까지 밀착한 위치에서 화염을 분사할 수 있는 구조이어야 한다.
- 대형방화셔터 고정 프레임은 대형방화셔터의 마감 및 형태가 실제로 사용되는 것을 대표할 수 있으며, 충분히 견고하게 고정되어 방화 시험 결과값에 영향을 미치지 않을 수 있는 구조이어야 한다.
- 가압장치는 화재시 발생하는 대형방화셔터의 변위 및 변형값을 충분히 반영할 수 있는 구조이어야 한다.

2.3 성능기준 및 결과보고

대형방화셔터의 가장 중요한 성능이 화염의 차단성능임을 고려하여 시험체 양 끝단에 변위와 변형이 가해진 상태에서 1분간 화염을 분사하였을 때 배면에 화염이 보이거나 발생하지 않아야 하며, 시험결과에 대한 보고는 Table 2의 양식에 따른다.

Table 2. Report of Test Result

Test institution		Test Date	
Manufacturer		Product	
Drawing			
Fixing Method			
Test Result (Passing of the flame)			
etc. (main point)			

3. 결 론

대형방화셔터는 평상시 오픈되어 있다가 화재발생시 작동하여 방화구획 공간을 형성하는 공간사용상의 효율성으로 대형공간의 방화구획설비로 주요한 역할을 담당하고 다양한 대형공간에 많이 사용되어지고 있다.

최근의 건축물의 대형화 추세에 맞추어 대형방화셔터가 주로 사용되는 다중이용시설도 점점 대형화 되어 가는 추세로 KS F 4510에서 규정하는 최대 Span 8 m를 초과하여 사용하는 경우가 빈번히 발생하고 있으며, 8 m~12 m 모듈을 병렬로 연장하여 20~30 m까지 확장하기도 한다. 그러나 대형방화셔터의 최대 Span이 길어질수록 화재발생시 대형방화셔터가 받는 화재공간에서 발생하는 압력과 방화셔터의 열적팽창 거동이 더불어 증가하게 됨에 따라 대형방화셔터의 변형이 커지게 된다. 이로 인해 대형방화셔터 양 끝단의 가이드레일과 방화셔터 본체 사이에 화재취약부위가 발생할 가능성이 증가하고 이 부위로 화염이 통과할 가능성이 더욱더 증가하게 된다.

그러나 기존 대형방화셔터의 방화성능 평가에 있어서는 상기의 문제점을 반영하지 못한채 시험장비의 한계로 축소시험($3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$)만을 평가하고 있으며, 이로 인해 실크기의 방화셔터는 화재에 의한 변형 및 성능저하가 클 것이라는 우려와 함께 새로운 평가 및 관리방법이 요구되고 있다.

이에 본고에서는 축소시험을 넘어선 실크기 대형방화셔터의 방화성능 평가방법을 제안함으로써 대형방화셔터가 화재 발생시 대규모 인명피해가 발생할 수 있는 다중이용

(a) Device of flame

(b) Flame injection

(c) Device of pressure

(d) Fixed frame

(e) Overview

Fig. 3. Drawing of Test Device

시설에 주로 사용되고 있다는 점과 대형화 추세에 따라 방화구획하는 공간이 점점 커짐에 따라 더욱 대형화 되어 가고 있는 대형방화셔터의 실대형 평가방법을 통해 대형 공간의 방화구획설비의 화재안전성을 확보하는데 기여했으면 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원 (과제번호#20AUDP-B100364-06)에 의해 수행되었습니다.

References

- AS 1530. (1994). *Fire tests to building material: Methods for fire tests on building materials, components and structures*.
- ASTM E 119. (2019). *Standard test methods for fire tests of building construction and materials*. ASTM International.
- BS 476-22. (1987). *Fire tests on building materials and structures*. British Standards Institution.

- ISO 3008. (2007). *Fire resistance tests - Door and shutter assemblies*. International Organization for Standardization.
- ISO 834. (2017). *Fire resistance tests - Elements of building construction*. International Organization for Standardization.
- KS F 2257-1. (2019). *Methods of fire resistance test for elements of building construction-general requirements*. Korean Agency for Technology and Standards.
- KS F 2268-1. (2014). *Fire resistance test for door assemblies*. Korean Agency for Technology and Standards.
- KS F 4510. (2015). *Heavy-weight rolling shutter for buildings*. Korean Agency for Technology and Standards.
- NFPA 252. (2017). *Standard methods of fire tests of door assemblies*. National Fire Protection Association.

Received	March 4, 2020
Revised	March 5, 2020
Accepted	March 18, 2020