방화댐퍼 성능인정제도 도입과 관련한 기존 방화댐퍼의 성능에 관한 연구

A Study on the Performance of Existing Fire Dampers Related to Introduction of Performance Accreditation System for Fire Dampers

서희원* · 최동호** · 강은수*** · 김대회**** · 박수영*****

Seo, Heewon* · Choi, Dongho** · Kang, Eunsoo*** · Kim, Daehoi**** · and Park, Sooyoung*****

Abstract

In relation to the introduction of a performance accreditation system for fire dampers, existing domestic fire damper performance was evaluated with respect to related regulations and the system operation required were considered. From the performance evaluation, it was judged that manufacturer efforts to improve the structure of fire dampers are necessary to improve performance and the relevant regulations must be supplemented. Strategies to implement new regulations may include evaluation of the heat-detecting fire dampers and introducing novel equipment for fire-fighting.

Key words : Fire Damper, Performance Accreditation System, Performance Evaluation

요 지

방화댐퍼 성능인정제도 도입과 관련하여 기존의 국내 방화댐퍼가 관련 규정의 성능평가 방법으로 평가 시 어느 정도의 성능을 갖고 있는지와 제도의 운용과 관련하여 고려하여야 할 사항에는 어떤 것들이 있는지 분석하였다. 성능평가 결과, 성능 확보를 위해서는 제조자의 방화댐퍼의 구조 개선에 대한 노력이 필요한 것으로 판단되었으며, 열 감지 방화댐퍼의 평가 방법 보완, 소방 용도의 설비 도입 등 관련 규정의 내용 보완이 필요한 것으로 판단되었다.

핵심용어 : 방화댐퍼, 성능인정제도, 성능 평가

1. 서 론

방화댐퍼는 방화문, 방화셔터 등과 같이 건축물의 방화구획에 설치되는 화재확산방지설비로서 이전의 ‘건축물의 피

난방화구조 등의 기준에 관한 규칙(MOLIT, 2019)’(이하 ‘규칙’이라 한다)에서는 환기·난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 정해진 기준에 적합한 방화댐퍼가 설치되도록

*교신저자, 정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구원(Tel: +82-31-887-6684, Fax: +82-31-887-6680, E-mail: hwseo@kfpa.or.kr)

Corresponding Author, Member, Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

**정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구위원

Member, Principal Fellow Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

***한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구위원

Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

****정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구위원

Member, Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

*****정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구위원

Member, Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

규정되어 있었다. 하지만, 해당 규칙에서는 방화댐퍼의 성능 기준이 명확하지 않아 건설현장에서는 규칙에 명시된 ‘방화댐퍼의 방연시험방법(KS F 2822, 2014)’에 따라 제조업체가 특정 크기의 방화댐퍼에 대하여 성능시험을 의뢰하여 발급 받은 시험성적서만을 제출 받아왔다.

한편, 2018년 2월 3일 오전 8시경, 서울 마포구에 위치한 대형 병원에서 원내 입점한 음식점(피자가게) 화덕에서 발생한 화재가 덕트를 타고 60 m 떨어진 곳까지 확산하는 사고가 발생하였는데, 그 원인은 덕트에 설치되어 화염 및 연기의 확산을 막는 방화댐퍼가 제 역할을 하지 못했기 때문인 것으로 분석되었다.

이에 국토교통부는 제천, 밀양화재사고를 계기로 건축물 재실자의 화재안전 도모를 위하여 구성 및 운영한 ‘건축물 화재안전성능 종합대책 마련 TF’를 통하여 방화댐퍼 관련 제도 개선을 위한 논의를 진행하였다. 그 결과, 방화댐퍼의 성능인정제도 도입을 담고 있는 개정된 규칙을 2018년 10월 12일에 입법예고 하였으며, 2019년 8월 6일에 공포하였고, 공포 후 2년 경과 후 시행이 되도록 하였다. Table 1은 개정 전후의 규칙 내용을 나타내고 있다. 한편, 방화댐퍼의 성능평가를 위한 기준이 2020년 1월 30일에 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화댐퍼의 기준(MOLIT, 2020)’으로 개정 공포되었다.

방화댐퍼의 성능 평가와 관련한 선행 연구로 Seo et al. (2010)은 ‘방화댐퍼의 내화시험방법(KS F 2840, 2014)’에 따라 내화성능 평가를 수행하여 평가의 도입 필요성을 기술 하였으며, Seo et al. (2012)은 ‘방화댐퍼의 방연시험방법(KS F 2822)’에 따라 방연성능 평가를 수행하여 방연성능기준을 제시하였고, Seo et al. (2015)과 Choi et al. (2015)은 ISO 10294-1 (1996) ‘Fire resistance tests - Fire dampers for air

distribution systems-Part 1: Test method’ 및 ISO 10294-2 (1999) ‘Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems-Part 2: Classification, criteria and field of application of test results’에 따라 내화성능 평가를 수행하여 국내에서 사용되는 일반적인 방화댐퍼가 ISO의 성능기준을 만족하지 못한다는 것을 도출하여 국내 방화댐퍼의 개선 필요성을 강조하였다. 그리고, Seo et al. (2017)은 방화댐퍼의 현장 적용 시 성능 확보를 위해서 현장품질관리 시 확인하여야 하는 사항을 도출하였다.

본 연구에서는 방화댐퍼 성능인정제도 도입과 관련하여 기존에 일반적으로 사용되는 국내 방화댐퍼가 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화댐퍼의 기준’의 성능평가 방법으로 평가 시 어느 정도의 방연성능 및 내화성능을 갖고 있는지와 제도의 운용과 관련하여 고려하여야 할 사항에는 어떤 것들이 있는지 연구하고자 하였다.

2. 방화댐퍼 성능인정제도

2.1 개요

Table 1에서 보는 바와 같이 현행 규정에서는 방화문 등과 같이 시험제, 적용범위, 유효기간 등을 규정한 방화댐퍼 성능인정제도가 부재한 상태로 제조업체는 특정 구조 및 크기의 방화댐퍼에 대해서 규칙에 기술된 ‘방화댐퍼의 방연 시험방법(KS F 2822)’에 따라 성능평가를 하여 발급된 시험 성적서를 현장에 제출하고 있으며, 현장의 요구에 따라서 ‘방화댐퍼의 내화시험방법(KS F 2840)’에 따라 성능평가를 하여 발급된 시험성적서를 제출하고 있는 상황이다. 현재는 다양한 유형 및 크기의 방화댐퍼에 대한 성능의 담보 없이

Table 1. Comparison of Present Regulation and Revision Regulation

Present Regulation (Until August 6, 2021)	Revision Regulation (After August 7, 2021)
Article 14 (Standards for the installation of fire separating elements) 3. Where air ducts of ventilation, heating or cooling facilities penetrate fire separating elements, dampers suitable for the following criteria shall be installed in or near the penetration. However, this is not applicable in the case where sprinkler heads are installed around the air ducts penetrating the fire separating elements as a semiconductor factory building.	<Same as left>
a. As a steel material, the thickness of the steel plate shall be 1.5 mm or more.	a. It shall be closed automatically when detecting smoke or flame from the fire. However, it can be configured to automatically close in the area where smoke is always generated, such as the kitchen and so on, by sensing the temperature.
b. In the event of fire, it shall be closed automatically due to smoke generation or temperature rise.	b. Shall meet standards such as un-insulated performance and smoke-proof performance determined and announced by the Minister of Land, Infrastructure and Transport.
c. When closed, there shall be no gaps for fire protection.	c. Deletion <2019. 8. 6.>
d. It shall be suitable for Smoke-proof test method for fire damper according to the Korean Standards under the 「Industrial Standardization Act」.	d. Deletion <2019. 8. 6.>

현장의 판단에 따라 방화담퍼의 설치가 이루어지고 있다.

이에 2021년 8월 7일부터는 개정 규정에 따라 성능인정제도가 도입된다. 방화문 등의 성능인정과 동일하게 관련 고시인 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화담퍼의 기준’에 따라 동일 구조 및 다양한 크기의 방화담퍼에 대한 성능인정이 가능토록 하여 명확하게 성능이 담보된 방화담퍼가 현장에 설치되도록 하였다. 그리고, 방화문 등과 동일하게 2년의 유효기간을 설정하여 지속적인 방화담퍼의 성능 확인 및 품질관리가 이루어지도록 하였다.

2.2 성능평가 방법

방화담퍼의 성능인정과 관련하여 규칙 제14조제2항제3호에서는 ‘국토교통부장관이 정하여 고시하는 비차열(非遮熱) 성능 및 방연성능 등의 기준에 적합할 것’이라고 규정하고 있으며, 여기에서의 국토교통부장관이 정하는 고시는 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화담퍼의 기준’으로 제5조제5항에서는 방화담퍼에 대하여 비차열 60분 이상의 내화성능 및 방연성능을 확보하도록 규정하고 있다. 한편, 내화성능 평가 방법은 ‘[별표 2] 방화담퍼의 내화시험방법’, 방연성능 평가 방법은 ‘방화담퍼의 방연시험방법(KS F 2822)’으로 규정되어 있다.

방연성능 평가는 현행 규정에서의 평가 방법을 그대로 채용한 반면, 내화성능 평가는 기준에 사용해 온 ‘방화담퍼의 내화시험방법(KS F 2840)’을 채용하지 않고 2.2.2와 같이 별도 내화시험방법을 규정하였는데, 이는 KS F 2840이 ISO 10294-1, 2를 바탕으로 작성이 되었으나, 공기누설량 성능기준 등을 누락하여 평가 방법이 불완전한 상태이며, 다양한 크기의 방화담퍼의 내화성능 평가를 위한 시험설비의 구축이 매우 어렵기 때문이다. 이에 반해서 고시의 평가 방법은 International Maritime Organization (IMO, 국제해사기구) 및 Underwriters Laboratories (UL)의 관련 기준과 유사한 방법으로 KS F 2257-1의 차염성 성능기준에 따라 다양한 크기의 방화담퍼에 대해서 성능 평가가 가능하다.

2.2.1 시험체

방화담퍼 시험체는 날개, 프레임, 각종 부속품 등을 포함하여 실제의 것과 동일한 구성·재료 및 크기의 것으로 하되, 실제의 크기가 3 m × 3 m의 가열로 크기보다 큰 경우에는 시험체 크기를 가열로에 설치할 수 있는 최대크기로 한다. 내화성능 시험체와 방연성능 시험체는 동일한 구성·재료로 제작되어야 하며, 내화성능 시험체는 가장 큰 크기로, 방연성능 시험체는 가장 작은 크기로 제작되어야 한다.

2.2.2 시험방법

내화시험 및 방연시험은 시험체 양면에 대하여 각 1회씩 실시한다. 단, 수평부재에 설치되는 방화담퍼의 경우 내화시험은 화재노출면에 대해 2회 실시한다.

내화시험 전 주위 온도에서 방화담퍼의 작동장치(모터 등)를 사용하여 10번 개폐하여 작동에 이상이 없는지를 확인한 후, 방화담퍼를 폐쇄 상태로 하여 Fig. 1 한국산업표준 KS F 2257-1의 표준 시간-가열온도 곡선에 따라 가열하면서 차염성을 측정하여 Table 2의 성능기준을 만족하여야 한다.

Fig. 1. Standard Time-Temperature Curve

Table 2. Integrity Performance

Notice	Performance Criteria
Gap Gauge	The 6 mm gap gauge should not be passed through the specimen such that the gap gauge projects into the furnace and be moved a distance of 150 mm along the crack or opening except for the sill. The 25 mm gap gauge should not be passed through the specimen such that the gap gauge projects into any cracks or openings.
Flaming	There should be no flaming that is visible with the naked eye and that remains visible for an uninterrupted period of not less than 10s on the unexposed face of the test specimen.

한편, 방연시험은 연동폐쇄장치로 폐쇄 상태로 하여 10 Pa, 20 Pa, 30 Pa, 50 Pa의 차압 조건에서 공기누설량을 평가하여 Table 3의 성능기준을 만족하여야 한다.

Table 3. Smoke-proof Performance

Notice	Performance Criteria
Air Leakage Rate	The air leakage rate per the unit area at the differential pressure of 20 Pa should not exceed 5 m ³ / (min · m ²)

2.2.3 시험결과 적용

시험성적서는 2년간 유효하며, 시험성적서와 동일한 구성 및 재질로서 내화성능 시험체 크기와 방연성능 시험체 크기 사이의 것인 경우에는 이미 발급된 성적서로 그 성능을 갈음할 수 있다.

3. 방화댐퍼 성능평가

3.1 개요

‘자동방화셔터, 방화문 및 방화댐퍼의 기준’에 따른 기존 방화댐퍼의 성능 평가를 위하여 Table 4 및 Fig. 2와 같이 전형적인 날개(Blade)형 방화댐퍼 6개에 대한 성능평가를 수행하여 경향성을 검토하였다. 방화댐퍼는 개구부 크기, 씰(Seal) 유무 및 작동방식에 따라 구분된다. 한편, 성능평가는 ‘휴즈가 설치된 쪽면’에 대해서만 수행하였으며, 고시의 시험 방법에서는 누락되었으나, 스프링 작동 방식은 내화시험 시 방화댐퍼를 열린 상태로 시작하여 폐쇄되는 시간을 측정하였다. 폐쇄 시간에 대한 성능기준은 KS F 2840에서는 2분 이내로, IMO와 UL 관련 규정에서는 1분 이내로 규정되어 있다.

3.2 성능평가 결과

3.2.1 방연시험

방연시험 결과 Tables 5~10과 같이 모든 크기의 방화댐퍼 시험체에서 방연 성능기준을 만족하였으며, Tables 5~8에서는 개구부 크기가 커짐에 따라 단위 개구 면적, 단위시간당 통기량이 감소하였고, 방화댐퍼 크기가 클 때 씰의 방연 성능에 대한 기여도가 큰 것을 확인할 수 있었다. 한편, Tables 9~10에서는 개구부 크기가 커졌음에도 불구하고 단위 개구 면적, 단위시간당 통기량이 다소 증가한 것을 볼 수 있는데, 이는 방화댐퍼가 커짐에 따라 가로방향으로 추가적인 분절이 이루어져 틈새가 많아지기 때문인 것으로 판단되었다.

Table 4. Fire Damper Specimens

No. of Specimen	Size of Opening (mm)	Presence of Seal	Operation Method
1	300 × 300	×	Spring
2	300 × 300	○	Spring
3	1,000 × 1,000	×	Spring
4	1,000 × 1,000	○	Motor
5	2,000 × 2,000 (Multiple frame)	×	Spring
6	2,000 × 2,000 (Single frame)	×	Spring

(a) 300 mm × 300 mm (No.1~2)

(b) 1,000 mm × 1,000 mm (No.3~4)

(c) 2,000 mm × 2,000 mm (Multiple Frame) (No.5)

(d) 2,000 mm × 2,000 mm (Single Frame) (No.6)

Fig. 2. View of Fire Damper Specimens

Table 5. Result of Smoke-proof Tests (No.1)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	1.5	1.5	1.5
20	2.2	2.2	2.2
30	2.6	2.6	2.6
50	3.3	3.2	3.2

Table 6. Result of Smoke-proof Tests (No.2)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	1.5	1.5	1.5
20	2.2	2.2	2.2
30	2.6	2.6	2.6
50	3.3	3.2	3.2

Table 7. Result of Smoke-proof Tests (No.3)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	0.9	0.9	0.8
20	1.2	1.2	1.2
30	1.5	1.5	1.5
50	2.1	2.1	2.1

Table 8. Result of Smoke-proof Tests (No.4)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	0.1	0.1	0.1
20	0.2	0.2	0.2
30	0.3	0.3	0.3
50	0.4	0.4	0.4

Table 9. Result of Smoke-proof Tests (No.5)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	1.1	1.1	1.1
20	1.5	1.5	1.5
30	1.9	1.9	1.9
50	2.5	2.5	2.6

Table 10. Result of Smoke-proof Tests (No.6)

Differential Pressure (Pa)	The Air Leakage Rate Per the Unit Area [$\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$]		
	1st	2nd	3rd
10	0.8	0.8	0.8
20	1.2	1.2	1.2
30	1.5	1.5	1.5
50	2.0	2.0	2.0

3.2.2 내화시험

내화시험 결과, 스프링 작동 방식의 모든 방화담퍼는 10~20 초의 시간에 폐쇄되어 KS F 2840의 성능기준(2분 이내 폐쇄)을 만족하였으며, 시험체 1~3 및 시험체 5는 Fig. 3 및 Fig. 5와 같이 정해진(1시간) 동안 성능기준을 만족하였다. 한편, 시험체 4와 시험체 6은 정해진 시간(1시간) 동안 성능기준을 만족하지 못하였다. 시험체 4는 Fig. 4와 같이 가열 후 20분 경과 시 썰이 녹으면서 날개 사이에 성능기준을 초과하는 개구부가 발생하였으며, 36분 경과 시 모터에 화염이 발생하였다. 그리고, 시험체 6은 Fig. 6과 같이 가열 후 16분 경과 시 날개와 가로대 사이에 성능기준을 초과하는 개구부가 발생하였다. 이에 따라 방화담퍼 크기가 클수록, 가연성 하드웨어 등이 부착되어 있을 경우 내화성능 확보가 어려운 것으로 나타났다.

Fig. 3. View of Fire Resistance Test (Elapsed 60 min) (No.1~2)

(a) Appearance of Opening (Elapsed 20 min) (No.4)

(b) Appearance of Flaming (Elapsed 36 min)

Fig. 4. View of Fire Resistance Test (No.3~4)

Fig. 5. View of Fire Resistance Test (Elapsed 60 min) (No.5)

(a) Appearance of Opening (Elapsed 16 min)

(b) Elapsed 60 min

Fig. 6. View of Fire Resistance Test (No.6)

4. 결 론

본 연구는 방화담퍼 성능인정제도 도입과 관련하여 기존에 일반적으로 사용되는 국내 방화담퍼의 성능평가를 통하여 다음의 연구 결과를 도출하였다.

- (1) 방화담퍼의 성능인정제도 도입과 관련하여 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화담퍼의 기준’의 시험방법에 따라 기존 국내 방화담퍼에 대한 성능평가 결과, 성능 확보를 위해서는 제조자의 방화담퍼의 구조 개선에 대한 노력이 필요한 것으로 판단되었다. 특히, 대형 방화담퍼의 적용 시 추가적인 개선이 필요할 것으로 판단되며, 기본적으로 연기 및 불꽃 감지에 의한 방화담퍼

작동을 위해서는 모터 등의 하드웨어가 필수이므로 이러한 하드웨어가 방화댐퍼의 성능 확보에 어려움을 가져올 수 있음을 인식하고 이에 대한 개선을 하여야 할 것으로 판단된다.

- (2) 한편, 현행 고시가 초기 작성 시에 연기 및 불꽃 감지 방화댐퍼의 사용만을 고려해 작성되어 열 감지 방화댐퍼(특히, 고온의 온도 휴즈가 설치된 방화댐퍼)의 내화 시험 시, 열린 상태에서 시작하여 폐쇄되는 것을 평가하는 것이 누락되어 있는 바 이에 대한 고시의 내용 보완이 필요하다고 사료된다.
- (3) 한편, 현행 규정에서는 환기·난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에 사용되는 방화댐퍼에 대해서만 기술하고 있어 소방 용도의 시설에 사용되는 설비가 제외되어 있는 바, 이러한 설비의 성능인정제도로의 도입을 고려할 필요성이 있다.
- (4) 제조자 및 건설현장 관계자는 성능인정제도에 대한 충분한 이해가 필요하며, 고시 시행시기에 맞추어 적용하고자 하는 방화댐퍼의 성능 확보 및 확인을 위한 준비를 하여야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2015년 도시건축연구사업과 관련하여 국토교통부의 연구비 지원(과제번호: 20AUDP-B100354-06)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

References

Choi, D.H., Seo, H.W., and Park, S.Y. (2015). A study on the fire resistance of the fire damper. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 15, No. 4, pp. 129-133.

ISO 10294-1. (1996). *Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems - Part 1: Test method*. International Organization for Standardization (ISO).

ISO 10294-2. (1999). *Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems - Part 2: Classification, criteria and field of application of test results*. International Organization for Standardization (ISO).

KS F 2822. (2014). *Smoke-proof test method for fire damper*. Korean Agency for Technology and Standards.

KS F 2840. (2014). *Fire resistance tests for fire dampers*. Korean Agency for Technology and Standards.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2019). *Regulation on the standards for evacuation and fireproof construction of buildings*.

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2020). *Standard of automatic fire shutter, fire door and fire damper*. Notification No. 2020-44, MOLIT.

Seo, H.W., Choi, D.H., Kang, E.S., Wang, N.W., Kim, D.H., and Park, S.Y. (2015). A study on the fire resistance performance evaluation of fire dampers in accordance with ISO standards. *Proceedings of 2015 Spring Conference*, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 13-14.

Seo, H.W., Choi, D.H., and Kim, D.H. (2012). A study on the smoke-proof performance evaluation of fire dampers. *Proceedings of 2012 Fall Conference*, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 497-500.

Seo, H.W., Kim, D.H., and Choi, D.H. (2017). A study on related materials analysis and validation tests for the selection of check points at the quality management in construction sites: Focused on fire dampers. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 17, No. 6, pp. 277-283.

Seo, H.W., Sung, S.C., Choi, D.H., Kim, D.H., and Park, S.Y. (2010). A study on the fire resistance performance evaluation of fire dampers. *Proceedings of 2010 Spring Conference*, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 90-95.

Received	■	April 7, 2020
Revised	■	April 8, 2020
Accepted	■	April 20, 2020