화재안전성능 확보를 위한 방화댐퍼의 최적 설치위치 선정에 관한 연구

Study on Selection of Optimal Installation Positions of Fire Dampers to Secure Fire Safety Performance

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

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

Abstract

Building regulations in recent times require that fire dampers be automatically closed when detecting smoke or flame in the event of a fire. However, they may be vulnerable to fire themselves because they contain combustibles, such as motors. Therefore, the optimal installation locations of fire dampers for securing fire safety performance were selected through performance verifications in this study. Thus, it was found that fire dampers installed in contact with the fire compartment wall surfaces would be advantageous for securing the required fire safety performance.

Key words : Fire Damper, Fire Safety Performance, Optimal Installation Position

요 지

최근 관련 건축법에서는 방화댐퍼가 화재 시 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조가 되도록 하고 있어 모터 등 가연물이 포함되므로 화재에 취약할 수 있다. 이에 본 연구에서는 성능검증을 통하여 화재안전성능 확보를 위한 방화댐퍼의 최적 설치위치를 선정하고자 하였다. 성능검증 결과, 방화댐퍼가 방화구획 벽체 표면에 접하여 설치되도록 하는 것이 화재안전성능 확보에 가장 유리한 것으로 나타났다.

핵심용어 : 방화댐퍼, 화재안전성능, 최적 설치위치

1. 서 론

방화댐퍼는 덕트가 방화구획을 관통하는 경우에 그 관통 부분 또는 근접한 부분에 설치되어 연기 및 화염의 확산을 방지하기 위한 화재확산방지설비로서 설계 및 시공 조건에

따라 다양한 위치에 설치되고 있으며, 때로는 방화구획에서 멀리 떨어져 설치되는 등 부적합 설치 사례가 많은 것으로 파악된다. Table 1에서 보는 바와 같이 기존 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙(MOLIT, 2019)’(이하 ‘규칙’이라 한다)에서는 방화댐퍼가 연기의 발생 또는

*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 수석연구원

Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

****정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구원

Member, Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

*****정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 선임연구원

Member, Senior Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

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.>

온도의 상승에 따라 자동적으로 닫히도록 규정함으로써 거의 모든 부분에 온도 상승에 따라 작동하는 휴지블 링크가 설치된 스프링 작동 방화댐퍼가 설치되었다. 그러나, 2019년 8월 6일에 규칙이 개정되면서 주방 등 연기가 항상 발생하는 부분을 제외한 모든 부분에 화재 시 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 방화댐퍼가 설치되도록 하였으며, 2년의 유예기간을 거쳐 2021년 8월 7일부터 규칙이 적용되도록 하였다.

이에 따라 건설 현장에는 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 작동이 가능하도록 모터, 가스압 실린더 등의 액츄에이터가 부착된 방화댐퍼가 설치되어야 하는데, 이러한 액츄에이터는 가연성 물질로 구성되어 화재 시 착화 등 화재안전성 확보에 어려움이 있을 수 있다.

한편, 방화댐퍼의 성능평가를 위한 기준이 2020년 1월 30일에 ‘자동방화셔터, 방화문 및 방화댐퍼의 기준(MOLIT, 2020)’(이하 ‘고시’라 한다)으로 개정 공포되었다.

이에 본 연구에서는 고시에 따라 모터, 가스압 실린더의 액츄에이터가 부착된 방화댐퍼를 대상으로 방화구획 벽체에 설치된 위치에 따른 화재안전성능(방연성능 및 내화성능)에 대한 성능검증을 수행하여 최적 설치위치를 선정하고자 하였다.

2. 방화댐퍼 설치 기준 및 사례

2.1 설치 기준

규칙 제14조 제2항 제3호에서는 ‘환기·난방 또는 냉방

시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 기준에 적합한 댐퍼를 설치할 것’이라고 정하고 있으며, 고시 제3조 제3항 제3호에서는 ‘부착 방법은 구조체에 견고하게 부착시키는 공법으로 화재 시 덕트가 탈락, 낙하해도 손상되지 않을 것’이라고 정하고 있다. Fig. 1은 ‘배연설비의 검사표준(KS F 2815, 2001)’에 실려 있는 방화댐퍼의 올바른 설치 예이다. 그러나, 여기서 검토해야 할 사항이 있는데, 방화댐퍼가 방화구획 벽체면 또는 바닥면으로부터 이격거리를 얼마까지 할 수 있는가가 그것이다. BRE (2011) GBG 81에서는 Fig. 2와 같이 방화댐퍼의 설치위치가 잘못된 경우 화재확산의 경로가 형성될 수 있음을 나타내고 있으며, Fig. 3과 같이 견고하게 고정되지 않은 덕트 또는 댐퍼가 탈락할 수 있음을 나타내고 있다.

Fig. 1. Adequate Installation Example of a Fire Damper

Fig. 2. Creating a Further Path for Fire Spread

Fig. 3. Inadequate Supports Leading to Collapse of Damper in Fire Conditions

2.2 설치 사례

Fig. 4는 BRE (2011) GBG 81에 실린 영국 현장에서의 설치 사례로 댐퍼가 방화구획 벽체면에 밀접하여 설치되고, 철재의 서포트와 채널로 견고히 고정되어 있는 모습을 나타내고 있다. 반면에 Fig. 5는 국내 일반적인 현장에서의 설치 사례로 댐퍼가 방화구획 벽체면에서 약 100 mm 정도 이격되어 설치되어 있고, 별다른 고정 조치가 없는 것을 볼 수 있다. 설치 사례에서 볼 수 있는 바와 같이 국내에서는 명확한 이격거리 규정 및 고정조치에 대한 강제 규정이 없어 이에 대한 검토가 필요하다고 판단된다.

(a) Photo

(b) Concept

Fig. 4. Damper Supported by Steel Hanger Rods and Channel Supports

(a) Photo

(b) Concept

Fig. 5. Damper Installed Away from the Wall

3. 방화댐퍼 성능평가방법

3.1 개요

방화댐퍼의 요구성능과 관련하여 규칙 제14조제2항제3호에서는 ‘국토교통부장관이 정하여 고시하는 비차열(非遮熱) 성능 및 방연성능 등의 기준에 적합할 것’이라고 규정하고 있으며, 고시 제5조제5항에서는 방화댐퍼에 대하여 비차열 60분 이상의 내화성능 및 방연성능을 확보하도록 규정하고 있다. 한편, 내화성능 평가 방법은 ‘[별표 2] 방화댐퍼의 내화시험방법’, 방연성능 평가 방법은 ‘방화댐퍼의 방연시험방법(KS F 2822, 2014)’으로 규정되어 있다.

방연성능 평가는 현행 규정에서의 평가 방법을 그대로 채용하고, 내화성능 평가는 3.3과 같이 별도의 내화시험방법을 규정하였는데, 이 평가 방법은 International Maritime Organization (IMO, 국제해사기구) 및 Underwriters Laboratories (UL)의 관련 기준과 유사한 방법으로 ‘건축 부재의 내화시험방법 — 일반 요구사항(KS F 2257-1, 2019)’의 차열성능기준에 따라 다양한 크기의 방화댐퍼에 대해서 성능 평가가 가능하다.

3.2 시험체

방화댐퍼 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.

3.3 시험방법

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

내화시험 전 주위 온도에서 방화댐퍼의 작동장치(모터 등)를 사용하여 10번 개폐하여 작동에 이상이 없는지를 확인한 후, 방화댐퍼를 폐쇄 상태로 하여 Fig. 6 ‘건축 부재의 내화 시험방법 – 일반 요구사항(KS F 2257-1)’의 표준 시간-가열온도 곡선에 따라 가열하면서 차열성을 측정하여 Table 2의 성능기준을 만족하여야 한다.

Fig. 6. 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 $5 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$

4. 방화댐퍼 성능검증

4.1 개요

Seo et al. (2020)은 선행 연구에서 방화댐퍼의 개구부

크기, 씰(Seal) 유무 및 작동방식에 따라 방화댐퍼의 성능검증을 실시한 바 있다. 본 연구에서는 Table 4 및 Figs. 8~9와 같이 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 작동이 가능하도록 모터, 가스압 실린더 등의 액추에이터가 부착된 동일한 크기의 방화댐퍼에 대해서 설치위치 및 액추에이터 보호 커버의 적용 여부(Fig. 7 참조)에 따른 화재 시 화재안전성능에 대한 성능검증을 실시함으로써 최적의 설치위치를 선정하고자 하였다. 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 폐쇄되는 방화댐퍼는 폐쇄 상태로 성능평가를 진행한다.

Table 4. Fire Damper Specimens

No. of Specimen	Size of Opening (mm), Actuator	Protection Cover	Installation Position
1	500 × 500, Motor	Both Sides	On the wall
2	500 × 500, Gas Cylinder	One Side (Exposed face)	On the wall
3	500 × 500, Motor	One Side (Exposed face)	On the wall
4	500 × 500, Motor	One Side (Exposed face)	In the wall

(a) Both Sides

(b) One Side

Fig. 7. Installation of Protection Cover

4.2 성능평가 결과

4.2.1 방연시험

방연시험 결과 Tables 5~8과 같이 모든 방화댐퍼 시험체에서 방연 성능기준을 만족하였다. 시험체 1의 경우는 날개 부분에 씰(Seal)이 설치되지 않아 다른 방화댐퍼에 비하여 큰 공기누설량을 나타낸 것으로 판단되며, 시험체 2의 경우는 기계식의 가스 실린더가 날개를 밀착시키므로써 적은 공기누설량을 나타낸 것으로 판단되었다.

(a) Exposed Face

(b) Unexposed Face

Fig. 8. View of Fire Damper Specimen No.1~2

(a) Exposed Face

(b) Unexposed Face

Fig. 9. View of Fire Damper Specimen No.3~4

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

Differential pressure (Pa)	The Air Leakage rate per the unit area [m ³ /(min · m ²)]		
	1st	2nd	3rd
10	3.4	3.4	3.3
20	4.5	4.4	4.4
30	5.3	5.3	5.2
50	7.0	7.0	7.0

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

Differential pressure (Pa)	The Air Leakage rate per the unit area [m ³ /(min · m ²)]		
	1st	2nd	3rd
10	0.3	0.2	0.3
20	0.4	0.4	0.4
30	0.5	0.5	0.5
50	0.6	0.6	0.5

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

Differential pressure (Pa)	The Air Leakage rate per the unit area [m ³ /(min · m ²)]		
	1st	2nd	3rd
10	0.8	0.7	0.8
20	1.2	1.2	1.2
30	1.5	1.5	1.5
50	1.9	1.9	1.9

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

Differential pressure (Pa)	The Air Leakage rate per the unit area [m ³ /(min · m ²)]		
	1st	2nd	3rd
10	0.7	0.6	0.6
20	1.0	1.0	1.0
30	1.2	1.2	1.2
50	1.7	1.7	1.7

4.2.2 내화시험

내화시험 결과, 모든 방화댐퍼가 5분 경과 시부터 날개 부분이 변색되기 시작하였으며, 20분 경과 시부터 날개 부분이 적열되기 시작하여 시험종료시까지 계속되었다. Figs. 10~11과 같이 방화댐퍼가 벽면 위에 접하여 설치된 시험체 1~3은 정해진 시간(1시간) 동안 성능기준을 만족하였다. 한편, 방화댐퍼가 벽에 매립되어 설치된 시험체 4는 29분

경과 시 모터에 화염이 발생하여 47분 경과 시 꺼져서 28분의 내화성능을 나타내었다.

시험체 4는 방화댐퍼가 벽에 매립되어 설치됨에 따라 액추에이터 보호 커버가 가열면에 노출됨으로써 모터의 가연재료가 용융되어 화염이 발생하는 것으로 나타났다. 이에 따라 액추에이터가 있는 방화댐퍼는 벽에 매립되어 설치될 경우 내화성능 확보가 어려운 것으로 나타났다.

Fig. 10. View of Fire Resistance Test (Elapsed 60 min) (No.1~2, Unexposed Face)

(a) Appearance of Flaming (Elapsed 29 min) (No.4)

(b) View of specimens (Elapsed 60 min)

Fig. 11. View of Fire Resistance Test (No.3~4, Unexposed Face)

5. 결 론

본 연구는 방화댐퍼 관련 건축법의 제·개정에 따라 화재 시 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조의 방화댐퍼가 현장에 널리 사용되어질 것이 예상되는 바, 모터 등 가연물을 포함하여 화재에 취약할 수 있는 방화댐퍼의 화재안전성능 확보를 위한 최적 설치위치를 선정하고자 하였으며, 다음의 연구 결과를 도출하였다.

- (1) 방화댐퍼의 화재안전성능 확보를 위해서는 Fig. 4와 같이 방화댐퍼를 벽면에 매립하지 않고, 벽면 위에 부착하여 액추에이터 보호 커버가 가열면에 직접 노출되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 방화댐퍼의 화재안전성능을 향상시키기 위해서는 액추에이터 보호 커버로 액추에이터를 완전히 감싸도록 하여 모터에 화염이 발생하였을 경우에도 화염이 노출되지 않도록 할 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 방화댐퍼의 점검, 수리 및 교체 등을 위해서는 방화댐퍼를 벽면으로부터 일정 거리를 이격할 필요성이 있는데, 화재안전성능을 저해하지 않는 적정 최대 간격의 설정을 위한 추가적인 연구를 진행하여 관련 건축법에 반영할 필요성이 있다.

감사의 글

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

References

- Building Research Establishment (BRE). (2011). *GBG 81: Installing fire-resisting ductwork and dampers*.
- 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 2815. (2001). *Inspection standard of smoke exhaust equipment*. Korean Agency for Technology and Standards.
- KS F 2822. (2014). *Smoke-proof test method for fire damper*. 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., Kim, D.H., and Park,
S.Y. (2020). A study on the performance of existing
fire dampers related to introduction of performance
accreditation system for fire dampers. *J. Korean*

Soc. Hazard Mitig., Vol. 20, No. 4, pp. 113-119.

<i>Received</i>	September 15, 2020
<i>Revised</i>	September 17, 2020
<i>Accepted</i>	September 23, 2020