ARTICLE

문화재 보관 공간 내 방화댐퍼의 최적 설치 위치 제안에 관한 연구

서희원*

A Study on the Proposal of Optimal Installation Position for Fire Dampers in Cultural Heritage Storage Space

Seo, Heewon*

요 지

수장고 등 문화재의 보관 공간은 화재로부터 문화재를 보호하기 위하여 별도로 방화구획을 설정하고 있으며, 방화문, 방화 댐퍼 등을 설치하여 이웃 공간의 화재로부터 문화재를 보호하도록 하고 있다. 문화재가 보관 공간 내에서 적절한 온도 및 습도 조건으로 보관되도록 하기 위해서 덕트를 이용한 공조, 환기가 이루어지게 되는데, 이 때 덕트가 보관 공간을 지날 때 화재 확산을 방지하기 위해서 방화댐퍼를 설치하게 된다. 본 연구에서는 문화재 보관 공간의 화재안전성 확보를 위하여 성 능검증 결과 등을 바탕으로 방화댐퍼 설치 시 최적 설치 위치를 제안하고자 한다.

핵심용어: 문화재 보관 공간, 방화댐퍼, 최적 설치위치

Abstract

In the storage space of cultural heritage such as storage, a separate fire compartment is set up to protect cultural heritage from fires, and fire doors, fire dampers and etc. are installed to protect cultural heritage from fires in adjacent spaces. In order to ensure that cultural heritage are kept in the storage space under proper temperature and humidity conditions, air conditioning and ventilation using ducts are performed. In this case, fire dampers are installed to prevent the spread of fire when the duct passes through the storage space. In this study, it is proposed the optimal installation position of fire dampers based on the performance verification results to secure the fire safety of cultural heritage storage space.

Keywords: Cultural heritage storage space, Fire damper, Optimal installation position

^{*} 정회원, 한국화재보험협회부설방재시험연구원 수석연구원(E-mail: atype@daum.net) Member, Principal Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea

1. 서론

수장고 등 문화재의 보관 공간을 공조, 환기를 위한 덕트가 관통하는 경우에 그 관통부분 또는 근접한 부분에는 연기 및 화염 확산 방지를 위해 방화댐퍼가 설치된다. 방화댐퍼는 설계 및 시공 조건에 따라 다양한 위치에 설치되고 있는데, 때로는 방화구획 선상과 많이 이격되어 설치되는 등 부적합한 사례가 많다. Table 1에서 보는 바와 같이 기존 '건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙(MOLIT, 2019)'(이하 '규칙'이라 한다)에서는 방화댐퍼가 연기의 발생 또는 온도의 상승에 따라 자동적으로 닫히도록 규정함으로써 거의 모든 부분에 온도 상승에 따라 작동하는 휴지블 링크(Fusible link)가 설치된 스프링 작동 방화댐퍼가 설치되었다. 그러나, 2021년 8월 7일부터는 주방 등 연기가 항상 발생하는 부분을 제외한 모든 부분에 화재 시 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 방화댐퍼가 설치되도록 하였으며, 이에 따라 건설 현장에는 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 작동이 가능하도록 모터 등이 부착된 방화댐퍼가 설치되어야 하는데, 이러한 모터 등은 가연성 물질로 구성되어 화재 시 화염이 발생하는 등 화재안전성 확보가 어려울 수 있다.

한편, 방화댐퍼의 성능평가를 위한 기준이 2020년 1월 30일 1차 개정을 거쳐 2021년 8월 6일 2차 개정(2021년 8월 7일 시행)되어 '방화문 및 자동방화셔터의 인정 및 관리기준(MOLIT, 2021)'(이하 '고시'라 한다)으로 공포되었다.

이에 본 연구에서는 고시에 따라 모터 등이 부착된 방화댐퍼를 대상으로 방화구획 벽체에 설치된 위치에 따른 화재안전 성능(방연성능 및 내화성능)에 대한 성능검증을 수행하여 최적 설치위치를 선정하고자 하였다.

Table 1. Comparison of Past Regulation and Present Regulation

이전 규칙(2021년 8월 6일 이전)	현행 규칙(2021년 8월 7일 이후)
제14조(방화구획의 설치기준) 3. 환기 · 난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 다음 각목의 기준에 적합한 댐퍼를 설치할 것. 다만, 반도체공장건축물로서 방화구획을 관통하는 풍도의 주위에 스프링클러 헤드를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.	< <u>ক্</u> ষ্->
가. 철재로서 철판의 두께가 1.5밀리미터 이상일 것	가. 화재로 인한 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 것. 다만, 주방 등 연기가 항상 발생하는 부분에는 온도를 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 수 있다.
나. 화재가 발생한 경우에는 연기의 발생 또는 온도의 상승 에 의하여 자동적으로 닫힐 것	나. 국토교통부장관이 정하여 고시하는 비차열(非遮熱) 성능 및 방 연성능 등의 기준에 적합할 것
다. 닫힌 경우에는 방화에 지장이 있는 틈이 생기지 아니 할것	<삭제>
라. 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격상의 방화댐퍼의 방연시험방법에 적합할 것	<삭제>

2. 방화댐퍼 설치 기준 및 성능평가방법

2.1 설치 기준

규칙 제14조제2항제3호에서는 '환기·난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 기준에 적합한 댐퍼를 설치할 것.'이라고 정하고 있으며, 고시 제23조제2항제3호에서는 '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 예이나, 방화댐퍼가 방화구획 선상으로부터 이격거리를 얼마까지 할 수 있는지가 규정되어 있지 않다. 한편, Fig. 2는 방화댐퍼의 설치위치가 잘못된 경우 화재확산

의 경로가 형성될 수 있음을 나타내고 있으며, Fig. 3은 견고하게 고정되지 않은 덕트 또는 댐퍼가 탈락할 수 있음을 나타 내고 있다.

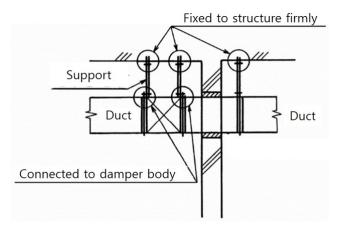


Fig. 1. Adequate Installation Example of a Fire Damper

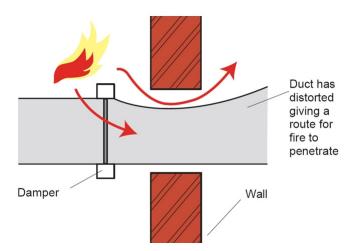


Fig. 2. Creating a Further Path for Fire Spread

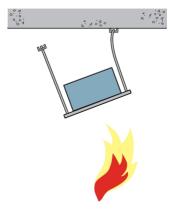


Fig. 3. Inadequate Supports Leading to Collapse of Damper in Fire Conditions

2.2 성능평가방법

2.2.1 개요

방화댐퍼의 요구성능과 관련하여 규칙 제14조제2항제3호에서는 '국토교통부장관이 정하여 고시하는 비차열(非遮熱) 성능 및 방연성능 등의 기준에 적합할 것'이라고 규정하고 있으며, 고시 제23조제3항에서는 방화댐퍼에 대하여 비차열 1 시간 이상의 내화성능 및 방연성능을 확보하도록 규정하고 있다. 한편, 내화성능 평가 방법은 '[별표 6] 방화댐퍼의 내화 시험방법', 방연성능 평가 방법은 '방화댐퍼의 방연시험방법(KS F 2822, 2014)'으로 규정되어 있다.

2.2.2 시험체

방화댐퍼 시험체는 날개, 프레임, 각종 부속품 등을 포함하여 현장에 적용하는 실제의 것과 동일한 구성·재료 및 크기의 것으로 하되, 실제의 크기가 3m×3m의 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, 방 연성능 시험체는 가장 작은 크기로 제작되어야 한다.

2.2.3 시험방법

내화시험 및 방연시험은 시험체 양면에 대하여 각 1회씩 실시한다. 단, 수평부재에 설치되는 방화댐퍼의 경우 내화시험 은 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. 4 '건축 부재의 내화 시험방법 - 일반 요구사항(KS F 2257-1, 2019)'의 표준 시간-가열온도 곡선에 따라 가열하면서 차염성을 측정하여 Table 2의 성능기준을 만족하여야 한다.

한편, 방연시험은 연동폐쇄장치로 폐쇄 상태로 하여 10Pa, 20Pa, 30Pa, 50Pa의 차압 조건에서 공기누설량을 평가하여 Table 2의 성능기준을 만족하여야 한다.

Table 2. Performance (Criteria
------------------------	----------

구 분		성능기준
내화성능	균열게이지 적 용	시험체에 6mm 균열게이지가 시험체를 관통하여 150mm 이동하거나, 25mm 균열게이지가 시험 체를 관통하여 가열로 내부로 삽입될 수 있는 개구부가 발생하지 않을 것
(차염성)	비가열면의 화염발생	시험체 비가열면에서 10초 이상 지속되는 화염이 발생하지 않을 것
방연성능	공기누설량	차압이 20Pa일 때의 공기누설량이 5m³/(m²·min) 이하일 것.

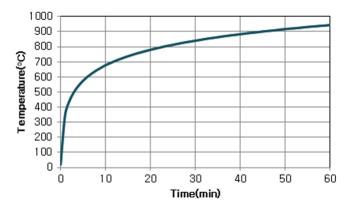


Fig. 4. Standard Time-Temperature Curve

3. 방화댐퍼 성능검증

3.1 개요

Table 3 및 Fig. 6~ Fig. 7과 같이 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 작동이 가능하도록 모터, 가스압 실린더 등의 엑츄에 이터가 부착된 동일한 크기의 방화댐퍼에 대해서 설치위치 및 엑츄에이터 보호 커버의 적용 여부(Fig. 5 참조)에 따른 화 재 시 화재안전성능에 대한 성능검증을 실시함으로써 최적의 설치위치를 선정하고자 하였다. 연기 또는 불꽃 감지 신호에 따라 폐쇄되는 방화댐퍼는 폐쇄 상태로 성능평가를 진행한다.

Table 3. Fire Damper Specimens

시험체 번호	개구부 크기(mm), 엑츄에이터	보호 커버	설치 위치
1	500 × 500, 모터	양면	벽면 위
2	500 × 500, 가스압 실린더	한 면(가열면)	벽면 위
3	500 × 500, 모터	한 면(가열면)	벽면 위
4	500 × 500, 모터	한 면(가열면)	벽 내부(매립)





(a) Both Sides

(b) One Side

Fig. 5. Installation of Protection Cover





(a) Exposed Face

(b) Unexposed Face

Fig. 6. View of Fire Damper Specimen No.1~2





(a) Exposed Face

(b) Unexposed Face

Fig. 7. View of Fire Damper Specimen No.3~4

3.2 성능평가 결과

3.2.1 방연시험

방연시험 결과 Table 4와 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 기계식 의 가스 실린더가 날개를 밀착시키므로써 적은 공기누설량을 나타낸 것으로 판단되었다.

Table 4. Result of Smoke-proof Tests

시험체 번호	20Pa에서의 단위 개구면적, 단위 시간당 공기누설량 [m³/(min·m²)]		
	1회	2회	3회
1	4.5	4.4	4.4
2	0.4	0.4	0.4
3	1.2	1.2	1.2
4	1.0	1.0	1.0

3.2.2 내화시험

내화시험 결과, 모든 방화댐퍼가 5분 경과 시부터 날개 부분이 변색되기 시작하였으며, 20분 경과 시부터 날개 부분이 적열되기 시작하여 시험종료시까지 계속되었다. Fig. 8~Fig. 9와 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 모터



Fig. 8. View of Fire Resistance Test (Elapsed 60 min) (No.1~2, Unexposed Face)

에 화염이 발생하여 47분 경과시 꺼져서 28분의 내화성능을 나타내었다.

시험체 4는 방화댐퍼가 벽에 매립되어 설치됨에 따라 엑츄에이터 보호 커버가 가열면에 노출됨으로써 모터의 가연재 료가 용융되어 화염이 발생하는 것으로 나타났다. 이에 따라 엑츄에이터가 있는 방화댐퍼는 벽에 매립되어 설치될 경우 내화성능 확보가 어려운 것으로 나타났다.



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



(b) View of specimens (Elapsed 60 min)

Fig. 9. View of Fire Resistance Test (No.3~4, Unexposed Face)

4. 결론

본 연구에서는 수장고 등 문화재의 보관 공간을 공조, 환기를 위한 덕트가 관통하는 경우 설치되는 방화댐퍼에 대해서 관련 건축법의 개정과 관련하여 화재안전성능 확보를 위한 방화댐퍼의 최적 설치위치를 제안하고자 하였으며, 다음의 연 구 결과를 도출하였다.

- 1. 방화댐퍼의 화재안전성능 확보를 위해서는 방화댐퍼를 벽에 매립하지 않고, 벽면 위에 부착하여 엑츄에이터 보호 커 버가 가열면에 직접 노출되지 않도록 하여야 한다.
- 2. 방화댐퍼의 화재안전성능을 향상시키기 위해서는 엑츄에이터 보호 커버로 엑츄에이터를 완전히 감싸도록 하여 모터 에 화염이 발생하였을 경우에도 화염이 노출되지 않도록 할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3. 방화댐퍼의 점검, 수리 및 교체 등을 위한 방화댐퍼의 적정 이격거리에 대한 추가적인 연구 진행이 필요하다.

References

- 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). (2021). Standard of Accreditation and Management of Fire Door and Automatic Fire Shutter. Notification No. 2021-1009, MOLIT.