

B-5

방화댐퍼의 내화성능평가에 관한 연구

서희원 · 성시창 · 최동호 · 김대희 · 박수영
한국화재보험협회 부설 방재시험연구원

A Study on the Fire Resistance Performance Evaluation of Fire Dampers

Seo, Hee Won · Sung, Si Chang · Choi, Dong Ho · Kim, Dae Hoi · Park, Soo Young
Fire Insurers Laboratories of Korea

요 약

방화댐퍼는 방화구획을 관통하는 덕트에 설치되어 화염의 전파 및 연소확대를 방지하도록 하는 방화설비로서 '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙'에서 구조 및 시험 기준에 대해서 규정하고 있으나, 정해진 성능기준이 없으며 방화설비에 있어 가장 중요한 내화성능에 대해서 언급이 없는 등 개정이 필요하다. 본 연구에서는 방화댐퍼의 'KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법)'시험에 대해서 소개하고, 방화댐퍼의 내화시험 사례를 통해 성능 평가방법으로서의 적용 타당성을 검토하였다.

1. 서 론

일정 규모 이상의 건축물은 냉·난방 및 환기를 위하여 기계실 등에 공기조화기(AHU; Air Handling Unit) 등의 설비를 설치하고 고온·저온공기 및 신선·오염공기를 급기 및 배기 덕트를 통하여 각 실에 공급하거나 각 실로부터 회수하도록 하고 있다. 덕트는 건물 전역에 걸쳐 수직 및 수평방향으로 뻗어 나가면서 불가피하게 방화구획을 관통하여 지나 가게 되는데, 화재시 이러한 관통부는 화염 및 연기의 전파 경로가 될 수 있다. 이에 방화구획을 관통하는 덕트에는 화염의 전파 및 연소확대를 방지하기 위하여 방화댐퍼를 설치하도록 '건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙'에서 규정하고 있다.

현재 건축법에서는 방화댐퍼의 사양기준을 제시하고, 방연시험방법에 따라 성능을 확인하도록 하고 있으나, 정해진 성능기준이 없는 상태이며, 방화구획에 설치되는 방화설비에 있어 가장 중요한 내화성능에 대해서는 언급이 없는 등 개정이 필요하다. 이에 방화댐퍼도 방화문과 같이 사양기준을 내화성능을 포함하는 성능기준으로 변경하여 성능을 확인하도록 관련 법규의 개정이 검토되고 있다.

본 연구에서는 방화댐퍼의 'KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법)' 시험에 대해서 소개하고, 방화댐퍼의 내화시험 사례를 통해 성능 평가방법으로서의 적용 타당성을 검토하였다.

2. 방화댐퍼의 성능기준 및 내화시험 방법

2.1 성능기준

방화댐퍼의 성능기준과 관련하여 각 국은 관련 기준을 갖추고 있는데, 미국의 경우는 IBC(International Building Code) 및 NFPA 90A(Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems)에서 방화댐퍼의 설치기준 및 시험방법을 규정하고 있으며, 일본의 경우는 건축기준법 시행령 및 고시에서 방화댐퍼의 성능 규정 및 예시 사양을 정하여 기준을 만족하는 방화댐퍼를 사용토록 하고 있다. 우리나라의 경우도 표 1에서와 같이 건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙 제14조 3항 및 KS F 2815(배연설비의 검사표준) 5.1.4항에서 방화댐퍼의 설치 및 성능기준을 규정하고 있다.

한편, 내화성능과 관련해서는 미국만이 인용 시험규격인 UL 555(Fire Dampers)에서 방화댐퍼의 내화성능을 확인토록 하고 있으며, 국내 관련기준에서는 방연성능만을 확인토록 하고 있다.

표 1. 방화댐퍼의 성능기준

건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙
<p>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 스프링클러헤드를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다. 가. 출자로서 출판의 두께가 1.5밀리미터 이상일 것 나. 화재가 발생한 경우에는 연기의 발생 또는 온도의 상승에 의하여 자동적으로 닫힐 것 다. 닫힌 경우에는 방화에 지장이 있는 틈이 생기지 아니할 것 라. 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격상의 방화댐퍼의 방연시험방법에 적합할 것</p>
배연설비의 검사표준(KS F 2815)
<p>5.1.4 방화댐퍼 a) 자질은 1.5 mm 이상의 출판일 것 b) 폐쇄시 누출량은 20 ℃에서 1 m²당 19.6 N의 압력으로 대분 5m³ 이하가 되도록 할 것 c) 미끄럼부는 열팽창, 녹, 먼지 등에 의해 작동이 저해받지 않는 구조일 것 d) 검사구, 점검구는 적당한 위치일 것 e) 부착 방법은 구조체에 견고하게 부착시키는 공법으로 화재시 덩트가 탈락, 낙하해도 손상되지 않을 것 f) 배연기의 압력에 의해 방화상 해로운 진동 및 간격이 생기지 않는 구조일 것</p>

2.2 내화시험 방법

2.2.1 개요

건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙 제14조 3항에서는 방화댐퍼의 방연성능에 대해서는 언급하고 있으나, '나. 화재가 발생한 경우에는 연기의 발생 또는 온도의 상승에 의하여 자동적으로 닫힐 것' 및 '다. 닫힌 경우에는 방화에 지장이 있는 틈이 생기지 아니할 것'에 대한 평가를 위한 구체적인 방법이 제시되지 않아 성능을 확인할 수 없는 실정이다. 한편, 방화댐퍼의 내화시험 방법은 2006년에 ISO 10294-1, 2(Fire resistance tests - Fire dampers for air distribution systems)를 기초로 하여 KS F 2840(방화 댐퍼의 내화 시험 방법)으로 이미 제정된 바 있는데, 이 시험방법을 통하여 화재시 방화댐퍼의 작동

유무 및 방화에 지장이 있는 틈이 발생하는지 여부를 평가할 수 있어 상기된 '나' 및 '다'의 성능을 확인하기 위한 평가방법으로 사용 가능하다.

2.2.2 시험장치 및 방법

(1) 시험장치

그림 1은 방화담퍼 시험장치의 구성을 나타내고 있는데 지지구조, 방화담퍼 및 연결덕트는 시험체이며, 오리피스(벤투리), 차압제어장치 및 팬 등은 시험장치로 구분이 된다. 이중 연결덕트는 방화담퍼 대각선 치수의 2배의 길이가 되도록 제작이 되어야 하며, 방화담퍼의 작동을 관찰하기 위해 관측창을 포함할 수 있다.

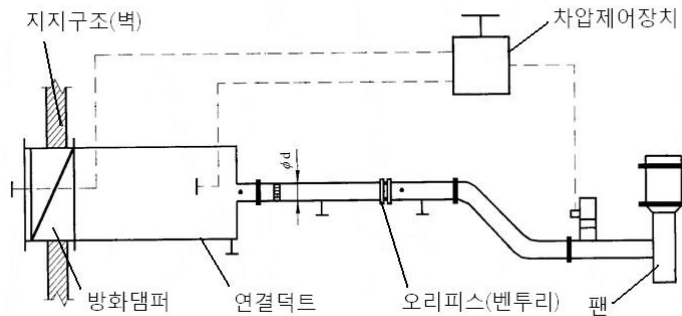


그림 1. 방화담퍼 시험장치 구성도

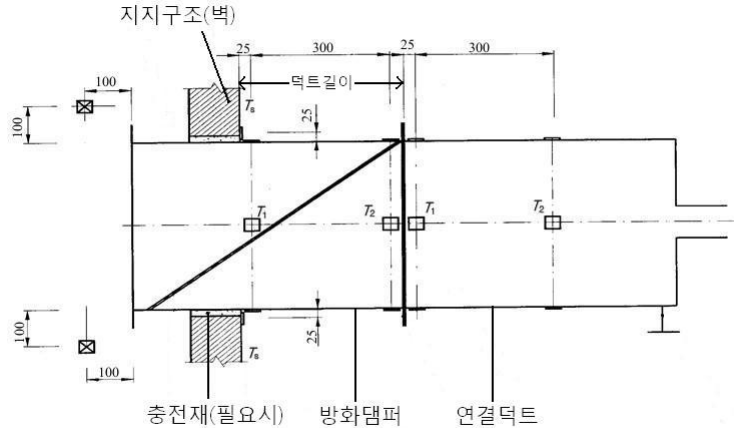
(2) 시험방법

시험은 다음과 같은 절차에 따라 이루어지며, 방화담퍼의 설치방향 및 설치위치에 따라 이면온도 측정위치는 변경될 수 있다.

- ① 시험체를 시험체틀에 설치하여 담퍼를 개방 상태로 한 후 가열면적이 3 m × 3 m인 수직가열로에 고정시키고 시험체에 필요한 모든 장치를 연결한다.
- ② 담퍼를 완전히 개방한 상태에서 ±15 %의 정밀도를 유지하여 담퍼 개구부를 통해 0.15 m/s의 기류가 생성되도록 배기팬을 조정된 후, 기류속도를 유지하며 배기팬의 작동을 중지시킨다.
- ③ 가열로내에 설치한 열전대 9개에서 측정된 온도의 평균값이 KS F 2257-1 : 2005의 시험방법에서 규정한 표준 가열온도곡선에 맞도록 하여 요구 내화시간동안 가열하고, 동시에 배기팬과 모든 측정장치를 작동시킨다.
- ④ 가열시험중 가열로내 압력은 시험체의 수평 중심선상에서 (15 ± 2) Pa이 유지되도록 조정한다.
- ⑤ 담퍼가 닫히면 배기팬을 조정하여 연결덕트에 300 Pa 이상의 부압이 유지되도록 하고, 담퍼가 닫히는 시간을 기록하되, 담퍼가 가열로 절화로부터 2분 후에도 닫히지 않는

경우 시험을 중단한다.

- ⑥ 가열중 방화담퍼 및 연결덕트의 이면온도(T_1 , T_2 , T_3)를 1분 간격으로 측정한다.
- ⑦ 가열중 10초 이상 지속되는 시험체 이면에서의 화염발생, 균열계이치(ϕ 6 mm, ϕ 25 mm)의 관통여부 등 시험체의 차열성을 측정한다.



- T_1 : 지지구조에서의 최고온도 측정위치(각 면에 최소 1개)
- T_2 : 최고온도 측정위치-담퍼(덕트길이 ≥ 50 mm의 경우), 연결덕트(각 면에 최소 1개)
- T_3 : 평균온도 측정위치-담퍼(덕트길이 ≥ 350 mm의 경우), 연결덕트(각 면에 최소 1개)

그림 2. 방화담퍼 이면온도 측정위치

(3) 성능기준

방화담퍼의 성능기준은 표 2 및 표 3과 같으며, 비차열 담퍼는 차열성 기준을, 차열 담퍼는 차열성 및 차열성 기준을 만족하여야 한다.

표 2. 차열성 성능기준

구분	성능기준
면패드적용	시험체 표면에 발생한 구멍이나 화염이 30초간 면패드 접촉시 착화되지 않을 것
균열계이치 적용	시험체에 6 mm 균열계이치가 시험체를 관통하고 150 mm 이동하거나, 25 mm 균열계이치가 시험체를 관통하여 내부로 삽입될 수 있는 구멍이 발생하지 않을 것
이면의 화염발생	시험체 이면에서 10초 이상 지속되는 화염이 발생하지 않을 것

표 3. 차열성 성능기준

구분	성능기준
이면평균 상승온도	가열중 방화담퍼 및 연결덕트에 설치한 열전대(T_2)의 이면평균온도가 초기평균온도보다 140 K를 초과하여 상승하지 않을 것
이면최고 상승온도	가열중 방화담퍼 및 연결덕트에 설치한 열전대(T_1 , T_2 , T_3) 및 이동 열전대 중 어느 한 부위의 이면온도가 초기평균온도보다 180 K를 초과하여 상승하지 않을 것

3. 방화댐퍼의 내화시험 사례

3.1 시험체

시험체는 가동 날개수가 2장인 장방향의 다익식 댐퍼로서 온도 휴즈(작동온도 72 ℃)와 연동되어 스프링의 장력에 의해 작동되는 방화댐퍼이다. 시험체의 요구 내화성능은 비차열 1시간으로 그림 3은 시험체의 모습을 나타내고 있다.



(a) 방화댐퍼(연결덕트 접속전)



(b) 연결덕트

그림 3. 시험체 모습(이면쪽)

3.2 시험실시

3.2.1 가열시험

그림 4와 같이 시험체를 가열로에 설치하고 시험장치를 연결하여 시험체에 대한 1시간 가열시험을 실시하였으며, 이면상승온도 측정을 위하여 지지구조를 제외하고 그림 5와 같이 연결덕트에 8개의 열전대를 설치하였다. 시험체는 비차열 댐퍼로서 차열성만을 성능판정 기준으로 하고, 이면온도는 참고적으로 측정하여 차열성을 평가하였다.



그림 4. 방화댐퍼 내화시험 모습

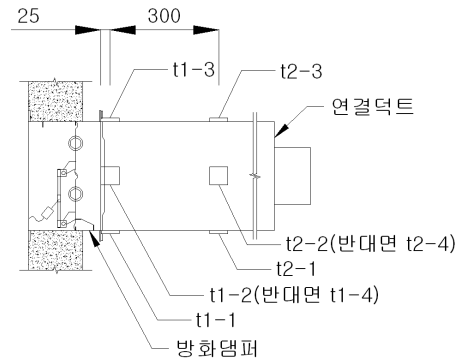
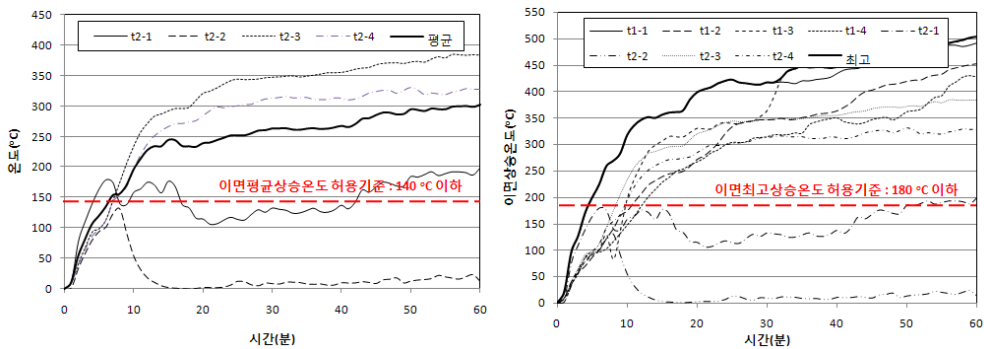


그림 5. 이면상승온도 측정위치

3.2.2 시험결과

가열시험을 실시한 이후 52초 경과시 댐퍼가 폐쇄되었으며, 가열 10분 경과시부터 이면 댐퍼와 연결덕트 사이에서 연기가 새어나오기 시작하였고, 이후 댐퍼 날개에 적열이 시작되어 시험종료시까지 계속되었으나, 개구부 및 화염은 발생하지 않아 차열성 60분을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

한편, 이면상승온도 측정결과는 그림 6과 같으며, 이면평균상승온도 중 열전대 t2-2는 시험중 탈락하여 이면평균상승온도 평가시 제외하였다. 그래프에서와 같이 이면평균상승온도 및 이면최고상승온도는 각각 7분과 5분에 차열성능 허용기준을 초과하여 차열성 4분을 확보하고 있는 것으로 나타났으며, 시험종료시까지 이면평균상승온도는 303 ℃, 이면최고상승온도는 503 ℃까지 상승하는 것으로 나타났다.



(a) 이면평균상승온도 (b) 이면최고상승온도
그림 6. 가열시간에 따른 이면상승온도 변화

4. 결 론

- (1) 'KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법)'의 내화성능 평가방법으로서의 적용 타당성을 검토한 결과, 건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙에 규정된 기준에 대한 성능평가가 가능한 것으로 확인되어 추후 관련 법규의 개정시 성능평가 방법으로 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
- (2) 방화댐퍼의 화재시 정상적인 작동을 위해서는 일상적인 유지관리가 필수적으로 성능을 확보하고 있는 방화댐퍼가 설치된다고 하더라도 장기간 동안 유지관리가 이루어지지 않으면 녹, 고착 등으로 인해 화재시 작동하지 않아 심각한 인명·재산 피해를 초래할 수 있으므로 관련 법규 개정시 방화댐퍼의 유지관리에 대한 기준도 마련할 필요성이 있다.

참고문헌

1. KS F 2840 방화 댐퍼의 내화 시험 방법(Fire resistance tests for fire dampers), 2006
2. KS F 2815 배연 설비의 검사 표준(Inspection standard of smoke exhaust equipment), 2001
3. 건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙, 국토해양부, 2008. 7. 21