

제연설비 성능시험방법의 표준화 Standardization of the Performance Test Procedure for Smoke Control System

곽지현[†]

Ji-Hyun Kwark[†]

방재시험연구원, 방재설비부
(2006. 3. 24. 접수/2006. 8. 24. 채택)

요약

화재 시 발생하는 고온의 유독가스는 가장 주요한 사망원인이며 공기와는 다른 유체역학적 특성을 가지므로 화재실의 형상과 특징에 맞는 제연방식이 필요하고 제연설비 각 구성품은 이에 따른 일정한 성능을 요구하게 되는데, 이를 위해서는 성능시험방법과 평가기준이 정립되어 있어야 한다. 이와 관련된 국내 기준은 서류에 의한 예비검사나 부위검사 등으로 되어 있어 성능위주의 평가방법 및 기준이 미비한 실정으로 국제규격과 비교해볼 때 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 따라서 제연설비 주요 구성품인 제연경계벽, 배연구, 송풍기, 풍도, 방연땀퍼에 대해 국내의 기준을 비교 분석하고 문제점을 도출하여 각 구성품의 성능시험방법 표준화를 위한 방안을 제시하였다.

ABSTRACT

Since hot toxic gas included in the fire is the most principal reason of the death and has the fluid mechanical characteristics unlike air, smoke control method appropriate for the figure and structure of a fire room is needed and each unit of the smoke control system requests high performance according to this characteristics, for which performance test procedures and evaluation criteria must be established. Domestic criteria involved with the smoke control consist of the pre-investigation by documents and the part inspection, which has lots of problems because they are far from the performance based evaluation method compared with the references of developed countries. Consequently, domestic and international references were compared and analyzed, problems being emerged and standardization scheme of the test procedure was presented.

Keywords : Smoke control, Performance based test procedure, Standardization

1. 도입

‘소방’이라는 용어는 소화와 화재예방을 합쳐서 일컫는 말로 소방활동이라 함은 불을 끄는 일과 화재를 예방하는 일을 총칭해서 의미한다. 소방수준이 낮았던 과거에는 화재 발생시 불을 끄는 일이 급선무였으므로 소화용 기구나 기계, 그리고 소화설비들이 주로 개발되었고 화재시 효과적으로 사용되었다. 그러나 산업화와 도시화가 가속화되면서 화재 발생 사고는 점점 늘어났으며 화재 형태도 다양해져 이로 인한 인명과 재산의 피해도 크게 증가하였다. 이를 극복하기 위해 소

화설비와 더불어 화재 감지를 위한 경보설비나 탈출을 위한 피난설비도 많은 연구가 이루어졌으며, 특히 화재 발생시 유독한 연기의 발생이 인명피해의 가장 주요한 원인으로 밝혀져 이를 제어하기 위한 다양한 방법이 연구되어졌고 이로 인해 제연설비는 여러 가지 소방설비 중 핵심설비로 떠오르게 되었다.

이에 따라 국내에서도 제연설비에 대한 관심이 커지며 제연설비를 구성하는 제연경계벽과 배연구, 송풍기, 풍도, 방연땀퍼 등이 연구되었고 실제 건물에 적용되어 화재시 연기 제어에 사용되었다. 그러나 아직도 대형사고 발생시마다 이러한 제연설비는 제 기능을 다하지 못하여 큰 인명피해를 내고 있는데, 그 원인은 기술적인 문제도 있지만 각 설비의 성능이나 요건을 규

[†]E-mail: kwark@pnu.edu

정하는 기준이 제대로 정립되어 있지 못했기 때문으로 사료된다.

해외 선진국에서는 이미 제연시스템 각 구성품의 성능시험방법을 마련하여 형식승인이나 성능시험시 적용하고 있는데, 유럽에서 제정되어 영국 등 여러 국가 규격으로 쓰이고 있는 EN(European Norm)의 제연설비 관련 기준이 특히 우수하다. 이 규격은 최근 ISO(국제표준화기구)에 주요 내용을 거의 그대로 유지한 채 드래프트(현재 ISO DIS 21927 series 단계)로 상정되어 각 회원국들의 검토와 찬반투표를 받고 있으며 지난 2005년 9월에 열린 제17차 ISO TC21 총회에서 이 문서들은 FDIS 단계로 보내는 투표를 실시하기로 결정되어 곧 정식규격으로 채택될 가능성이 아주 크다. 이 국제규격은 단순한 결과 위주의 검사기준이 아니라 성능위주(Performance based)의 평가 방법이기 때문에 무척 합리적이고 우수하다고 할 수 있다.

본 논문에서는 제연설비에 대한 국내기준을 국제표준규격(안)(ISO)과 비교하고 문제점을 분석하여 국내기준이 보완되어야 할 점을 도출함으로써 성능위주 시험방법의 표준화를 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 제연설비 관련기준 분석과 표준화 방안

제연설비에 관해 법으로 마련된 국내 기준은 기존의 「소방기술기준에 관한 규칙」이 폐지되면서 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 근거하여 새로이 제정된 총32종의 「한국화재안전기준」(2004. 6. 4. 제정) 중에서 ‘제연설비의 화재안전기준’과 ‘특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준’의 2종이 있으며, 건축법 시행령에서도 일부 규정되어 있다.

제연설비는 각 구성품이 유기적으로 동작하는 시스템을 이루기 때문에 제연설비의 성능은 전체의 조화도 중요하지만, 기본적으로 각 구성품이 제 역할을 올바르게 할 때 설계된 제연성능을 발휘하게 된다. 화재시 발생하는 고온의 연기는 상온의 공기와는 다른 유체역학적 특성을 가지므로 열전달 및 유동특성을 고려하여 건물 내 화재실의 형상과 특성에 맞는 제연설비 방식이 필요하게 되고 이를 위해서 각 구성품들은 일정한 성능을 필요로 하게 된다. 따라서 제연설비가 적절한 성능을 가지기 위해서는 각 핵심 구성품이 합리적인 성능을 갖추어야 한다. 그러나 위의 국내기준들은 ① 제연구획에 따른 최저 배출량 ② 유입 및 배출구의 위

치 ③ 유입 및 배출구와 풍도 내의 풍속 ④ 비상전원의 요건 등이 주요 내용으로, 각 구성품의 성능시험방법이 아니라 전체 시스템의 최소한의 제연성능을 평가하는 기준이다.

한편 법으로 규정된 강제규격 외에 각 제연설비 구성품에 대한 검사 기준이 규정되어 있는 국가표준규격이 있다. KS F 2815(배연설비의 검사표준)이 그것인데 각 핵심구성품의 검사방법과 종합운전검사 방법이 규정되어 있다. 그러나 이 규격도 성능위주의 시험방법이 아니라 서류에 의한 예비검사와 정성적인 부위검사 등이 추가 되어 실효성이 높지 못한 형편이다.

본문에서는 각 제연설비 별 국내규격을 국제규격과 비교하고 문제점을 분석하여 제연설비 성능시험방법의 표준화 방안을 살펴본다.

2.1 제연경계벽(Smoke barrier)

제연경계벽은 방연벽이라고도 하며 화재 발생시 발생한 유독한 연기가 일정 구획(방화구획 또는 제연구획) 밖으로 확산되는 것을 막아주는 제연설비 중 하나이다. 화염에서 나오는 고온의 연기는 밀도가 낮아 상승하여 천장이나 반지에 부딪힌 뒤 천장기류(ceiling jet)라는 형태로 천장을 타고 사방으로 확산된다. 따라서 제연경계벽은 제연구획 경계의 천장에 설치되어 있다. 관련 기준에서는 제연경계벽의 폭은 60센티미터 이상, 바닥까지의 수직거리는 2미터 이내가 되도록 하고 있다. 이러한 고정식 제연경계벽은 미관상 아름답지 않아서 화재 발생시에만 내려와 동작할 수 있도록 천장에 숨겨 두는 가동식도 사용되고 있다. 한국산업규격(KS)에서 규정하고 있는 제연경계벽의 검사기준은 다음과 같다.

(1) 서류에 의한 예비검사기준

- 불연재료일 것
- 미끄럼부가 열에 의한 변형이나 탈락 또는 녹, 먼지 등으로 인해 작동불량이 없을 것(가동식)
- 부착위치가 적절할 것
- 제품의 높이가 적절할 것
- 연감지기 연동식은 감지기의 부착위치가 적절할 것
- 제어감시회로가 적절할 것
- 전선은 내열처리할 것

(2) 부위검사기준 - 걸모양검사 및 성능검사 기준

- 장애물이 없을 것
- 미끄럼동작 양호(가동식)
- 작동 시 충격이 주변에 영향을 주지 않도록(가동식)
- 연감지기와 연동 확인(가동식)

한편 국제표준규격(안)의 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 성능요구시험 항목 규정

- 신뢰도와 내구성 요건
- 화재시 기본동작
 - 시험체 크기 규정
 - 반복시험 횟수 및 판정기준 규정
- 응답시간과 성능 규정
 - 동작시간과 양방향 동작속도 측정
- 연기의 침투성
 - 샘플을 이용한 시험방법과 기준 규정
- 온도 대 시간 분류
 - 고온로와 시험체 지지틀, 열전대 수, 설치방법 등 규정
 - 분류기준 제시

(2) 시험순서와 시험보고서 내용 규정

(3) 걸이형 방연벽의 휨에 관한 규정

위의 국내규격과 국제표준규격(안)을 비교해보면 국내규격은 아래와 같은 문제점을 가지고 있음을 발견할 수 있다.

- 규격화된 시험체 크기에 대한 기준이 없음
- 신뢰성과 내구성에 대한 정량적 시험기준 없음(반복가동시험 미실시)
- 동작응답시간에 대한 기준 없음(가동식)
- 연기침투성에 대한 시험 없음
- 노를 이용한 내열 또는 내화시험 없음

이상의 내용으로부터 제연경계벽 성능시험방법의 표준화를 위한 방안을 Table 1에 항목별로 나타낸다.

2.2 배연구(Natural smoke & heat exhaust ventilator)

배연구는 제연시스템 가동시 급기나 배기를 가능하게 하는 출입구로서 제연방식에 따라 다양한 형태로 적용된다. 제연전용방식인 경우 규모가 작은 거실에서는 급·배기를 동시에 행하므로(동일식) 유입구와 배출구가 하나의 형태로 되어 있고, 거실과 통로가 있는 일반 구조에서는 인접구역 상호제연방식을 적용하여 유입구와 배출구가 각각 적절한 위치에 설치되어 있다. 또한 숙박업소와 같이 긴 복도에 방이 여러 개 접해있는 경우 통로에 배출구만 두는 통로배출방식도 있다. 제연시스템이 공조겸용방식인 경우는 평소 냉난방 공기가 들어오는 유입구가 화재 시 배연구로 동작하게 된다. 이러한 배연구는 주로 제연덕트, 송풍기 등과 연결되어 있으며 서로 유기적으로 동작하게 되는데 이와는 달리 독립적으로 설치되어 화재 시 실내·외의 밀도차에 의해 자연적인 힘으로 환기를 하는 창 개념의 ‘자연식 배연구’도 있다. 이러한 배연구에 대해 KS에서 규정하고 있는 기준은 다음과 같다.

(1) 서류에 의한 예비검사기준

- 불연재료일 것
- 미끄럼부가 열에 의한 변형이나 탈락, 또는 녹, 먼지 등으로 인해 작동불량이 없을 것
- 운전중 진동에 의한 장해가 없을 것

Table 1. Standardization scheme of the performance based test procedure for the smoke barrier

항 목	표준화 방안	비 고
일반사항	규격화된 시험체의 크기 규정(두 가지) * ① 최대폭 3 m, 작동거리 10 m ② 최소폭 10 m, 최소작동거리 3 m	
신뢰도와 내구성	반복시험 횟수 및 판정기준 마련. 즉 단순한 미끄럼 동작상태 확인만으로 비상 시 동작의 확실성과 신뢰성 확보가 곤란하므로 반복시험기준 정량화 * 주 동력으로 1000사이클, 보조동력으로 50사이클 시험 후 6 mm 직경 볼이나 15 mm×2 mm의 줄의 통과여부 확인	가동식
응답시간과 성능	비상 시 제시간에 정상위치까지의 동작여부 확인 위해 동작시간 및 동작속도에 관한 기준 규정 * 동작속도 0.06-0.3 m/s	가동식
연기침투성(누연)	화재발생 시 본래 목적인 연기저장고 역할을 검증할 수 있는 시험방법과 기준 규정 * 방연벽 1 m ² 당 1시간 동안의 연기누설량 25 m ³ /h·m ² 이하	
내열내화성	화재 시 실제 성능의 검증을 위한 고온로 내화시험기준 마련 * 노내 평균온도 620°C, 표준가열곡선 따름	
휨	걸이형 방연벽의 형태에 따른 휨에 대한 내용 규정 - 일정높이형, 완전차단형	

*국제표준규격(안)의 기준치

- 풍도와의 부착성 좋을 것
 - 용도, 위치, 모양, 간격이 적절할 것
 - 제어감시회로가 적절할 것
 - 전선은 내열처리할 것
 - (2) 부위검사기준 - 걸모양검사 및 성능검사 기준
 - 장애물이 없을 것
 - 수동개방장치는 잘 보이도록 할 것(표시판 등)
 - 98N 이하의 힘으로 수동개방장치 작동할 것
 - 배연풍량이 기준값 이하일 것
- 한편 국제표준규격(안)의 주요 기준은 다음과 같다.
- (1) 설계 요구사항 규정
- 일반사항
 - 개방 메커니즘
 - 공기역학적 면적 계산
- (2) 시험순서 및 방법 규정
- (3) 성능요구사항 규정
- 신뢰도 시험
 - 부하 작용시 개방작동시험
 - 내열성 시험(저온 및 고온동작시험)

이상에서 국내규격과 국제표준규격(안)의 기준을 비교해보면 국내기준은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- ‘자연식배연기’에 대한 기준 부족
- 배연구 면적의 공학적 계산법 없음
- 시험순서 및 방법 미비
- 신뢰성 확보 곤란
- 부하(눈·바람) 작용시 작동시험기준 없음
- 내열시험방법 없음

이상의 내용으로부터 배연구 성능시험방법의 표준화를 위한 방안을 Table 2에 항목별로 나타낸다.

2.3 송풍기(Powered smoke & heat exhaust ventilator)

송풍기는 (강제식)배연기라고도 하며 화재 시 발생한 유독한 연기를 배출해내는 원동력이 되는 중요한 장치이다. 송풍기는 제연덕트 및 배출구와 연결되어 연기를 제거해내는 역할과, 신선한 공기를 공급해주는 역할까지 수행한다. 또한 특별피난계단의 부속실이나 비상용승강기 승강장에 급기가압을 하여 피난통로 내에 연기가 유입되지 못하도록 하기도 한다. 이러한 송풍기에 대해 KS F 2815에서 규정하고 있는 기준은 다음과 같다.

- (1) 서류에 의한 예비검사기준
- 서징이나 과부하가 없을 것
 - 560°C에서 운전 가능할 것
 - 전동모터 보호장치가 있고, 예비전원이나 직결엔진 사용이 가능할 것
 - 일상의 녹, 먼지가 없을 것
 - 화재 시 회전부의 열팽창이나 용단 변형으로 회전엔진이 지장이 없을 것
 - 점검구를 둘 것
 - 표준가열온도곡선(KS F 2268-1)으로 30분 이상 내화성능을 가질 것
 - 앞뒤의 덕트모양에 따른 성능저하가 없을 것
- (2) 부위검사기준 - 걸모양검사 및 성능검사 기준
- 보수·점검이 쉬운 위치일 것
 - 기초가대가 충분히 고정
 - 풍도와의 접속재의 내열성 여부
 - 풍도의 열팽창에 영향이 없을 것
 - 녹·먼지 여부
 - V 벨트 사용시 처짐 정도

Table 2. Standardization scheme of the performance based test procedure for the natural smoke ventilator

항 목	표준화 방안	비고
일반사항	자연식배연기에 대한 전용기준 마련	
배연구의 면적	공기역학적 사항을 고려한 면적계산법 적용	
신뢰도와 내구성	반복시험횟수 및 관정기준 규정 * 10000사이클 개방작동시험	
부하작용시 작동시험	눈·바람 등 부하 작용시 개방작동시험방법 규정 * 5 kg 주머니 또는 판으로 분포하중 가함 눈부하 : 0, 125, 250, 500, 1000 Pa 풍부하 : 1500, 3000 Pa을 10분간 유지	
내열·내한성시험	저온 또는 고온에 노출시 작동시험방법 규정 * 내열성 : 고온로 온도측정은 K형 열전대로 4곳 이상 내한성 : 0, -5, -15, -25°C에 노출	

*국제표준규격(안)의 기준치

- 내열성 여부
- 회전방향, 회전수, 전류 · 전압의 정상 여부
- 가장 가까운 2개의 배연구 개방시 과부하 없을 것
- 가장 먼 배연구 개방시 서징 현상 없을 것
- 배연구 개방시 자동작동 여부

한편 KS B 6311(송풍기의 시험 및 검사방법)에 송풍기에 대한 KS규격이 따로 있는데 이는 산업용 송풍기의 일반성능에 대한 기준으로 송풍기 자체의 동력이나 소음특성에 중점을 두고 있으며, 특수한 가스나 특수상황(화재 발생시도 물론 특수한 상황이라 판단됨-저자 주)에 대해서는 인수 · 인도자 사이의 협의에 따른다고 되어있어 제연설비를 위한 송풍기의 성능시험 기준에는 적용이 되지 못한다. 송풍기에 대한 국제표준규격(안)의 주요내용은 다음과 같다.

- (1) 송풍기와 모터의 성능시험방법 규정
 - 시험장치 및 시험순서 규정
 - 시험보고서 내용 규정
 - 고온공기를 이용한 내열시험
- (2) 눈 · 비 등 부하 작용시 작동시험방법 규정
 - 장치 및 시험체, 시험순서 규정
 - 시험결과와 평가기준 규정

위의 국내규격과 국제표준규격(안)을 비교해보면 국내규격은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- 내열 또는 내화시험 기준이 정성적이고, 구체적인 시험방법과 순서가 없음
 - 전기모터에 대한 시험규정이 따로 없음
 - 눈·비 등의 부하 작용시 동작여부의 판단기준이 없음
- 이상의 내용으로부터 송풍기 성능시험방법의 표준화를 위한 방안을 Table 3에 항목별로 나타낸다.

2.4 제연덕트(Smoke control duct)

제연덕트는 배연풍도라고도 하며 화재시 발생하여 배연구로 들어간 연기가 밖으로 배출되는 통로이다. 이러한 배연풍도는 고온의 연기가 지나가는 통로로서 내열성이나 누설여부가 중요한 관건이 된다. 배연풍도에 대해 KS F 2815(배연설비의 검사표준)에서 규정하고 있는 기준은 다음과 같다.

- (1) 서류에 의한 예비검사기준
 - 불연재료이며, 공기 누출이 적고 배연성능의 저하가 없을 것
 - 단열재는 열에 의한 손상이 없을 것
 - 방연 · 방화구획 관통시 틈을 모르타르 등으로 처리할 것
 - 공기저항 밸런스를 고려할 것

Table 3. Standardization scheme of the performance based test procedure for the powered smoke ventilato

항 목	표준화 방안	비 고
송풍기의 성능시험	고온의 유체를 이용한 구체적인 성능시험방법(시험체, 시험장치, 시험순서) 규정 * 표준온도 · 압력에서 시험. 출력은 전동기 최대흡입동력의 80%로 유지. 최고속도에서 전동기 케이스 온도증가는 10분 후 2°C 이하. 체적유동 ± 1%, 압력변화 ± 2% 이내 전기, 유동, 압력, 온도 등 2분 이하 간격 측정 표준시간온도곡선으로 가열(ISO 834-1) - 30분간	
전기모터의 성능시험	회전수, 축동력, 소음 및 운전상태 등의 시험항목외에 모터에 대한 정립된 성능시험방법 규정 고온의 공기를 이용한 내열시험방법 규정 * 주위온도 15~40°C, 온도상승율 2°C/10분 이하 온도측정 - 전동기 위쪽 회전축 상 100 mm 지점, 모터핀 입력동력 - F배로 조절(F:0.60~0.88, 200~600°C) 오차범위는 25°C 이내	
부하(눈, 비) 작용 시 작동시험방법	눈 · 비 등의 임계조건 시 동작 여부의 판단 기준 규정 * 풍압 200 Pa 관이나 5 kg 무게주머니로 송풍기 표면에 분포하중 가함 상한선까지 부하올린 뒤 10분간 유지 시험후 30초 이내에 동작위치에 달할 것(3회 반복 실시)	

*국제표준규격(안)의 기준치

- (2) 부위검사기준 - 겉모양검사 및 성능검사 기준
- 부착이 견고하고 외부진동에 장애가 없을 것
 - 가연물이 접촉하지 않도록 할 것
 - 검사구는 댐퍼 날개에 가깝게 하여 개폐작동 확인
 - 점검구는 댐퍼에 근접하여 보수점검이 쉽도록 할 것
 - 방화구획과 댐퍼 사이는 두께 1.5 mm 이상 철판 사용, 또는 모르타르로 피복
 - 신축이음매는 불연재료 사용
 - 심한 누연이 없을 것

한편 덕트의 시험기준에 대해 '내화시험'에 관한 KS 규격이 따로 있는데 바로 KS F 2841(덕트의 내화시험 방법)으로, 이 기준은 ISO 6944(Fire resistance tests-Ventilation ducts)를 기초로 작성하여 정리가 잘 되어 있고 내용이 비교적 우수하다. 그러나 이 규격은 다중 방화구획용이 아니라 단일 방화구획용 덕트의 기준으로 방화구획 경계에 방화댐퍼가 설치된 배연덕트에는 적용이 곤란하다고 규정되어 있다.

한편 국제표준규격(안)의 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 일반요구사항
 - (2) 덕트 밀폐제(Sealant)의 요구사항 규정
 - (3) 방화구획 관통부의 밀폐 규정
 - (4) 다른 구성품(소음감쇠기, 회전날개, 유량표시 송수신기, 유동방향 제어격자)들의 요구사항 규정
 - (5) 단일 및 다중 방화구획용 제연덕트의 성능시험 방법 규정
- 노 내에 설치하여 내열시험 실시
 - 누설 유무 확인
 - 구조적 지지 위한 성능시험
 - 밀폐제 성능시험
 - 덕트 단면적 유지시험

위의 국내규격과 국제표준규격(안)을 비교해보면 국내규격은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- 내열성능 및 공기누설의 판단기준이 극히 정성적
- 덕트밀폐제에 관한 요구사항 없음
- 기타 구성품들의 성능요구사항 부족
- 내열성, 구조지지성, 밀폐제 성능, 덕트 단면적 유지에 관한 시험방법 없음

이상의 내용으로부터 제연덕트 성능시험방법의 표준화를 위한 방안을 Table 4에 항목별로 나타낸다.

2.5 방연댐퍼(Smoke control damper)

방연댐퍼는 방화구획을 관통하는 풍도 내에 설치되어 연기가 다량 발생시 방화구획을 넘어가지 않도록 제어해주는 차단장치이다. 방화댐퍼와 겸용으로 사용되는 경우가 많은데 KS F 2815 배연설비의 검사표준에 일부 기준이 규정되어 있으며, KS F 2822(방화댐퍼의 방연시험방법), KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법)등이 따로 마련되어 있어 상대적으로 다른 구성품에 비해 성능시험방법이 잘 갖추어져 있는 편이다. 먼저 배연설비의 검사표준에 규정되어 있는 검사기준은 다음과 같다.

- (1) 서류에 의한 예비검사기준
 - 1.5 mm 이상의 철판으로 제작할 것
 - 폐쇄시 누출량은 19.6Pa, 20°C에서 5 m³/min 이하로 할 것
 - 가동식의 미끄럼부가 변형, 탈락되거나, 녹·먼지 등으로 작동이 저해되지 않을 것
 - 화재시 풍도가 탈락, 낙하해도 손상되지 않을 것
 - 송풍기의 압력에 의해 진동이 발생하거나 간격이 생기지 않을 것
- (2) 부위검사기준 - 겉모양검사 및 성능검사 기준
 - 검사구는 댐퍼 날개에 가깝게 하여 개폐작동 확인
 - 점검구는 댐퍼에 근접하여 보수점검이 쉽도록 할 것

Table 4. Standardization scheme of the performance based test procedure for the smoke duct

항 목	표준화 방안	비 고
일반사항	내열성능과 연기누설에 대한 성능위주 시험방법 규정	
덕트밀폐제	덕트밀폐제의 요구사항규정 및 연기누설 판정기준마련 * 5분 이상 차압 측정 및 기록 누설량 10 m ³ /h·m ² 이하	
내열성	노 내에서의 내열시험방법 및 판정기준 마련 * 덕트내부 차압 500, 1000, 1500 Pa 작용시 ±3% 이내 오차 유지 시험후 폭과 높이(사각단면) 또는 지름(원형단면) 변화 10% 이하	
기타 구성품	소음감쇠기, 회전날개, 유량표시기, 유동방향 제어격자 등의 요구사항 규정	

*국제표준규격(안)의 기준치

- 녹· 먼지 등에 의한 온도 퓨즈 이상 없을 것
- 방향성 있는 감열부는 부착을 바르게 할 것
- 온도퓨즈 교환이 쉬울 것
- 작동시 배연기 압력에 견딜 것
- 적절한 폐쇄상태 유지할 것

또한 KS F 2822(방화댐퍼의 방연시험방법) 및 KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법)의 내용은 다음과 같다.

(1) KS F 2822(방화댐퍼의 방연시험방법) - 시험장치 및 시험방법 규정

- 연기누설시험
 - 폐쇄 상태시 누설량 확인
 - 시험체 전후 압력차(10~50Pa)에 따른 통기량 측정 → 압력차-통기량 선도 작성
- 온도퓨즈 연동폐쇄장치의 작동시험
 - 작동시험 : 작동시험온도에서 작동시간 측정
 - 비작동시험 : 비작동시험온도에서 5분 동안 연동폐쇄장치의 비작동을 확인

(2) KS F 2840(방화댐퍼의 내화시험방법) - ISO 10294 (Fire resistance tests-Fire dampers for air distribution systems)를 기초로 작성

- 시험장치 및 시험조건 규정
- 시험체 크기 및 설치방법 규정
- 가열시험방법 규정
- 성능기준 및 시험성적서 내용 규정

한편 국제표준규격(안)의 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 성능요구시험 항목 규정 - 단일구획용과 다중구획용 방연댐퍼로 구별

- 시험순서 규정
- 내화시험항목 규정(공기누설시험, 사이클링시험)
- 열림유지시험 - 자동작동 또는 수동조작 시스템에 대한 적합성

- 수평덕트에 설치된 방연댐퍼의 시험방법
- 수직덕트에 설치된 방연댐퍼의 시험방법
- 염수분무시험방법
- (2) 판정기준 규정

- 내화시험 시작 5분후 댐퍼의 누설량
- 작동온도 시험시 열림상태 유지능력
- 가압시 댐퍼사용의 적합성
- 개폐 사이클 시험으로 결정된 시스템 수명 이상의 기능 유지능력

단, 다중구획 방연댐퍼는 주어진 크기 이상의 결합이나 열림, 면패드의 발화, 비노출면의 화염유지 여부

위의 국내규격을 국제표준규격(안)과 비교시 국내규격이 보완되어야 할 점은 Table 5와 같다.

3. 맺음말

본 연구에서 화재시 소화활동을 돕고 피난경로의 확보를 위한 제연시스템 각 구성품의 성능시험방법에 대해 국내기준을 살펴보고 국제규격과 비교하여 문제점을 도출하고, 표준화된 시험방법과 기준을 마련하기 위한 방안을 제시하였다. 이는 정립된 성능시험방법을 갖춤으로써 보다 합리적이고 효과적인 제연시스템을 구축하는데 도움이 될 것이며, 아울러 국내 표준규격을 ISO의 국제표준규격에 부합화하는 측면에서도 의미 있는 일이 될 것이다. 또한 성능위주의 시험방법을 올바르게 적용하기 위해서는 각 시험항목에 대한 객관적이고 과학적인 근거의 마련을 위한 연구노력이 더욱 가속화 되어야 한다.

참고문헌

1. ISO DIS 21927 Part 1~8, "Smoke and Heat Control

Table 5. Standardization scheme of the performance based test procedure for the smoke damper

항 목	표준화 방안	비 고
일반사항	단일 및 다중구획에 따른 시험기준 분류	
형 태	수직덕트에 설치된 방연댐퍼의 시험기준 마련 * 댐퍼통과기류유속 0.15 m/s 이상, 오차 ± 15% 이하 덕트 내부와 가열로 차압 300 Pa 이상 수평중심선상 노 내 압력 (15±2) Pa	
시험종류	염수분무시험 적용 * 용액농도 (20±1)%Wt. 세척온도 5°C≤T≤35°C 가압시 댐퍼사용의 적합성 기준 필요	

*국제표준규격(안)의 기준치

- Systems”, ISO(2005).
2. WK303, “Guide for Smoke Barrier Walls and Partitions”, ASTM(2003).
 3. NFSC 501, “제연설비의 화재안전기준”, 행정자치부 고시 제2004-29호(2004).
 4. NFSC 501A, “특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준”, 행정자치부고시 제2004-30호(2004).
 5. KS F 2815, “배연설비의 검사표준”, 한국표준협회(2001).
 6. KS B 6311, “송풍기의 시험 및 검사방법”, 한국표준협회(2001).
 7. KS F 2841, “덕트의 내화시험방법”, 한국표준협회(2001).
 8. KS F 2822, “방화댐퍼의 방연시험방법”, 한국표준협회(2001).
 9. KS F 2840, “방화댐퍼의 내화시험방법”, 한국표준협회(2001).
 10. ISO 6944, “Fire Resistance Tests - Ventilation Ducts”, ISO(1985).
 11. ISO 10294-5, “Fire Resistance Tests - Fire Dampers for Air Distribution Systems”, ISO(2005).
 12. 손봉세, 소화시스템공학, pp405-425, 일진사(2001).
 13. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd ed. pp3-219~242, SFPE(2002).