

## Door Fan Test를 활용한 가스계 소화설비의 적응성 검증 방안 연구

이창욱 · 윤아영 · 나진석 · 엄기주  
한방유비스(주)

### A study on gaseous fire extinguishing system adaptability using the door fan test

Lee, Chang Wook · Yun, A Young · Na, Jin Seok · Um, Ki Ju  
KFUBIS

#### 요 약

가스계 소화설비는 소화약제의 특성상 방호구역내의 누설면적에 민감하게 영향을 받고, 누설면적이 너무 크면 제대로 된 소화성능을 발휘 할 수 없기 때문에 설계 및 시공, 그리고 설치 후 성능 검증 등에 주의가 필요하다. 이전 가스계 소화설비의 성능확인방법으로 종래에는 소화약제 전량을 직접방출하거나 극히 일부 저장용기의 소화약제만을 방출시키는 소위 간이시험을 실시하는 것이 보편적이었으나, 방출시험은 고비용, 일회성 및 시험절차의 난이성, 그리고 환경오염으로 인해 실제 방출시험을 통한 설비의 신뢰성 확인이 어려운 실정이다. 이러한 상황을 감안하여 가스계 소화설비의 성능검증을 위해 Door Fan Test를 활용하는 방안에 대하여 알아보하고자 한다.

#### 1. 서 론

소화설비를 설치할 때 가장 효과적이면서 보편적으로 사용되는 것은 물을 이용한 설비들이다. 물을 이용한 소화설비는 각종 전자 전기 시설, 유류시설, 수손피해지역 등에는 이용하지 못하게 되며, 이러한 장소에는 가스계 소화설비가 설치된다. 가스계 소화설비의 성능은 대상 방호구역에서의 소화약제의 농도유지가 필수적이며 대부분의 가스계 소화약제의 설계량은 상당히 빈틈이 없는 방호구역을 전제로 상당시간동안 일정 수준이상의 소화농도유지가 요구된다. 하지만, 실제 방호구역 내에는 다양한 형태의 개구부가 존재하고 있기 때문에 방호구역 내 누설 면적, 소화약제의 방출압력, 밀도 등에 따른 소화약제의 누출로 소화농도 유지시간이 기준에 미달되는 경우가 다반사다. 상기 이유로 가스계 소화설비가 설치되어 있어도 화재 발생 시 소화 성능에 미치지 못하여 소화할 수 없는 경우가 생길 수 있다. 이런 경우를 방지하기 위해서 가스계 소화설비가 설치된 장소에서는 소화 성

능을 테스트해 볼 필요가 있다. 기존의 가스계소화설비의 테스트 방법으로는 소화약제를 직접 방출하여 테스트를 하는 방법이 사용되었지만 고비용과 방호구역의 파손, 소화약제에 의한 환경오염 등으로 인하여 테스트를 해보기가 어려운 실정이다. Door Fan Test는 이러한 문제점을 고려하여 소화약제 방출 시와 동일한 환경 하에서, 직접적인 소화약제의 방출 없이 Blower Door Fan과 각종 압력계 및 컴퓨터프로그램을 사용하여 실내·외의 정압 및 송풍량 등을 측정하여, 그 데이터를 기본으로 방호구역 내의 누설면적(Leakage Area) 및 소화농도 유지시간(Retention Time)을 판단, 설치된 가스계 소화설비의 적정성에 대한 평가를 가능케 하는 간접적인 성능확인시험 방법이다.



그림 1. 가스계 소화설비 설치장소에서의 개구부

## 2. 이론적 고찰

가스계 소화설비가 작동하여 소화약제가 방출될 때에는 순간적으로 방호구역 내 압력이 상승하면서 소화약제가 실내 공기와 혼합하게 된다. 실내에 충분한 소화약제가 가연물을 소화하려면 소화약제의 농도가 설계농도 이상이 되어야 하며, 재 발화를 방지하기 위해 일정시간 이상 일정수준 이상의 소화농도가 유지되어야 한다.

이와 같은 일정수준의 소화농도가 유지되는 시간을 소화농도유지시간(Retention Time)이라 하며, 국내 화재안전기준에는 규정하고 있지 않으나, UL2166(Standard for Halocarbon Clean Agent Extinguishing System Units), UL2177(Standard for Inert Gas Clean Agent Extinguishing System Units), ISO 14520(Section4 Annex E) 에서는 최소 10분 이상의 소화농도유지시간을 규정하고 있다.

방호구역 내에 방출된 소화약제와 실내 공기의 혼합가스는 방호구역 내의 개구부의 위치 및 크기, 그리고 소화약제의 농도유지 방식에 따라 달라지며, 농도유지 방식은 크게 하강모드(Descending Interface mode)와 혼합모드(Continual Mixing mode)로 나뉜다.

### 2.1 하강모드(Descending Interface mode)

하강모드에서는 방호구역에 방출된 소화약제가 하단부의 누설부위를 통해 빠져나가게 되고 상단 누설부위로부터 외부공기가 유입되면서 약제의 방호높이가 상부로부터 점차 낮아지는 현상이 발생하며, 이런 하강모드에서의 소화농도유지시간은 소화약제의 방호높이가 방호구역 전체 높이에서 보호하고자 하는 장비의 높이까지 하강하는 시간으로 측정된

다. 따라서 하강모드에서 소화농도유지시간은 소화약제의 설계농도가 방호구역의 전체높이( $h1$ ) 방호하고자 하는 장비의 높이( $h2$ )까지 내려갈 때까지의 시간이다.



그림 2. 하강모드(Descending Interface mode)

### 2.2 혼합모드(Continual Mixing mode)

혼합모드에서는 방호구역에 방출된 소화약제가 외부에서 들어오는 공조설비와 같은 공기순환 기기 등에 의해 방호구역 전체를 순환하는 현상이 발생하며, 이 경우 소화농도유지시간은 초기에 방출된 소화약제의 농도가 가연물의 소화가 가능한 최소농도까지 내려갈 때의 시간으로 측정된다.

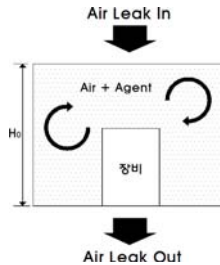


그림 3. 혼합모드(Continual Mixing mode)

## 3. 실제 테스트 평가

### 3.1 일반사항

실제 설치된 가스계 소화설비의 소화농도 유지시간을 알아보기 위하여 실제 Door Fan Test를 실시하였다. 테스트 장소는 국내의 한 제철소로 가스계 소화설비가 설치된 실은 배터리 실이다. 간략한 방호구역의 특징은 다음과 같다.

표 1. 테스트 방호구역 일반사항

방호구역 체적	106.5m <sup>3</sup>	소화약제 종류	Inergen
방호구역 높이	3m	소화약제의 양	62m <sup>3</sup>
방호대상물 높이	1.8m	정압	0.2Pa
초기 소화농도	44.56%	온도	25℃
소화농도유지시간	10분	농도유지방식	하강모드

### 3.2 Door Fan Test 실시

테스트 실시 전 도면을 검토하여 방호구역의 크기 및 각종 설비들의 설치 유무 상태를 확인 한 결과 공조설비와 같은 외부에서 공기등이 유입될 수 있는 설비들은 설치되지 않았으며 실제 공간의 체적과 압력, 온도등을 확인 후 약제종류 및 양을 확인하였다. 다음으로 출입문을 분리하고 Panel과 Blow Door Fan을 설치 후 가압 및 감압테스트를 하는 것으로 테스트를 진행하였다.

테스트유형은 Whole Room Test를 하였으며 하부누설은 Worst case를 가정하여 전체 누설의 50%로 가정하였다. Fan의 측정 Range는 가압 및 감압 모두 Ring B 모드로 하였으며 압력측정결과 방호구역을 11.1Pa 가압 시 Fan의 유동압력은 284Pa, 방호구역을 -11.5Pa로 감압 시 Fan의 유동압력은 361Pa이 나온 것으로 나타났다.

**표 2. 압력측정 데이터**

Test 유형	측정 Fan Range		방호구역 압력		Fan 유동압력	
	가압	감압	가압	감압	가압	감압
Whole Room Test(WRT)	Ring B	Ring B	11.1Pa	-11.5Pa	284Pa	361Pa

### 3.3 Door Fan Test 결과

측정데이터를 프로그램으로 계산한 결과 총 누설면적은 0.5280m<sup>2</sup>으로 나타났으며, 하부 누설은 전체누설면적의 50%인 0.2640m<sup>2</sup>으로 나타났다. 또한 방호구역 높이 3m에서 방호 대상물 높이인 1.8m까지 약제가 하강하는데 걸리는 시간은 3분으로 소화농도유지시간인 10분에 많이 못 미치는 것으로 나타났다. 따라서 테스트 결과는 Fail이다.

## 4. 결 론

위 시험 결과와 같이 해당실의 용도와 특성에 맞게 설계가 되었더라도 시공 시에 또는 실제 운영상에서 많은 누설틈새가 발생할 수 있으며 이번결과를 상기 이유로 누설틈새가 크기 때문에 소화농도유지시간에 못 미치는 결과가 나타난 것으로 보여 진다. 이러한 방호구역의 경우 가스계 소화설비가 설치되었다 하더라도 화재가 다시 재발화하거나 소화하지 못하는 경우가 생겨날 수 있는 것이다. 또한 이번 방호구역 외에 30여개의 방호구역을 테스트하였지만 절반이상이 테스트에 불합격 되는 것으로 나타나있어 가스계소화설비가 설치된 많은 장소가 화재 시 문제가 될 것으로 보여 진다. 다른 여러 장소도 이와 다르지 않을 것으로 보여 지기 때문에 필히 Door Fan Test와 같은 방법으로 실제 약제방출시 소화능력이 있는지를 테스트해 볼 필요가 있다고 판단된다.

### 참고문헌

1. 박승민, 안병국, 김미경, “혼합방식에 의한 전역방출방식의 가스계 소화설비 개구부 누설량 보충” 한국화재소방학회 2004년도 추계학술논문발표회 논문집 pp.160-167
2. Retrotec Inc. Door Fan Test Training Manual