

## 기류변화에 의한 이온화식 연기감지기의 응답특성

박상태, 이복영, 안제순  
방재시험연구원

### Experimental Study on the Responsiveness of Ionization Smoke Detector followed by the Change of air currents

Sang-Tae Park, Bog-Young Lee, Ja-Son Ahn  
FIRE INSURERS LABORATORIES OF KOREA

#### 1. 연구배경

연기감지기는 방호대상물의 화재시 발생된 Aerosol을 감지하여 화재발생 정보 또는 소화작업을 연동케 하는 자동화재탐지설비의 주요구성품으로 화재가 발생시 신호를 발생하게 된다.

인류 최초의 화재예방규정은 Nero 황제가 통치하던 Rome의 화재 후 제정되었으며 화재경보의 활용은 중세 도시시대 망루 근무자가 연기나 불을 발견하면 음성전달이나 전령을 통한 화재경보 전달로 소방대를 소집한 제도에서 유래된다.

화재 안전분야에서 새로운 개념이 실용화된것은 1960년대이며 전자기술의 급속한 발달로 제품의 신뢰성 제고, 경제성 등으로 다른 유형의 감지기중에서 가장 폭넓게 사용되고 있다.

이온화식 연기감지기의 개발 이후 발광부와 수광부를 갖고 수광부에서 입사광선의 변화에 따라 화재신호를 발생하는 광전식 연기감지기가 개발되어 사용되고 있다. [1]

1960년 Los Angeles 소방서는 주택용 자동화재탐지설비의 성능에 관한 최초의 실험보고서를 통해 연소속도가 느리고 연기발생량이 큰 화재실험에서는 열감지기 작동이전 인명피해를 가져오는 일산화탄소의 집중현상이 발생되고 화재발생실 내부는 화염이 발생되기 이전까지 고온을 유지하였으며 열감지기의 작동이전에 주택내부의 가시도는 피난을 할 수 없을 정도의 상태가 되었으나 연기감지기의 작동은 일산화탄소나 연기가 심각할 정도로 발생하기 이전에 작동하였음을 밝혀냈다.[2]

1974년 FMRC(Factory Mutual Research Corporation, 미국의 공장상 호협동조합)는 아파트 내에서의 감지기 성능을 실험한 결과 인명안전 대피시간을 2분으로 가정하였을 경우, 이온화식 연기감지기는 불꽃이 생기는 화재에는 적절한 성능을 가지나 연기가 많이나는 화재시에는 적절한 성능을 발휘하지 못했으며 광전식 연기감지기의 성능은 이온화식 연기감지기의 성능과 반대되는 결론을 얻어냈고 열감지기는 화원과 감지기의 위치에 상관없

이 적절한 성능을 발휘할 수 없다고 발표하였다. [3]

이상과 같은 연구의 결론은 연기감지기는 일반 화재성상 Modeling에서 인명피난에 필요한 적절한 경보를 제공하나 열감지기의 경우 적절한 경보효과를 기대할 수 없다는 일 치된 결론을 내렸다.

## 2. 연구목적

연기감지기는 연소시 탄소를 함유한 물질이 고온으로 분해, 증발하여 생기는 고체나 액체의 미립자인 Aerosol을 감지하여 화재의 자동감지 및 진압을 위한 다양한 소화설비를 작동시키도록 방호대상물에 설치되어 왔으며 산업의 발달과 함께 방호대상물의 대형화, 고층화, 지능화에 따라 화재로 인한 인명피해 및 재산상 손실은 매우 크리라 예상되어 화재초기에 나타나는 여러가지 징후를 포착, 판단하여 화재신호를 발신하는 것이 예상손실 경감 차원의 조기경보 System의 근본개념으로 감지기 자체의 화재징후 검출기능과 판단 기능을 향상시켜 높은 분해능력을 갖고 설치환경 상태를 판단 Base로 한 인공지능화, 조기감지형 감지기 개발이 요구되고 있다.

우리나라의 경우 소방기술기준에 의거 부착높이에 따라 감지기의 설치기준이 정해져 있고 그 중 사무실, 거실 등은 열감지기를 복도, 계단, 수직관통부, 고층정 등은 연기감지기를 설치하는 것이 일반화되어 있다. [4]

우리나라의 소방용 기계 기구 등의 검정기술기준에 의한 연기감지기의 감도시험 방법은 규정 연기농도, 풍속을 유지하는 순환 풍동에 감지기를 투입하여 감지기가 작동하는 시간을 기준으로 연기감지기의 감도성능을 평가하고 있어 화재성상에 따른 조기 화재경보System의 감지기 개발과 연소성상 및 설치환경 평가에 의한 적정 설치기준을 위해서는 열, 연기기류의 유동특성을 배경으로 연기감지기의 응답특성에 관한 실험적 해석을 필요로 하고 있다.

이에 본 연구는 화재시 연기 유동현상 이론을 배경으로 이온화식 연기감지기의 응답특성에 대하여 실험적으로 일정한 열, 연기기류 조건하에서의 감도특성치를 구하여 기류속도에 대한 응답특성을 정립함으로써 조기경보 System으로의 연기감지기 개발, 설치환경에 적절한 감지기 설치 및 시험기관의 기준 개발에 필요한 기술자료로 활용하는데 그 목적이 있다.

## 3. 연구대상 및 시험장치

### 3.1 실험체

이 연구의 대상은 이온화식 연기감지기의 응답특성에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 규명하기 위하여 국내에서 널리 사용되고 있는 Am241을 방사선원으로 이용한 이온화식 연기감지기로써 연기농도에 따른 감도분류상 2종으로 분류된 감지기 15개를 사용하였다.

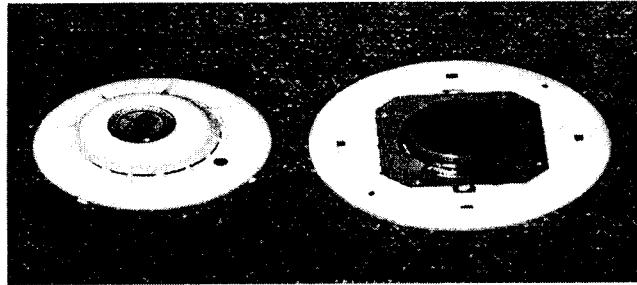
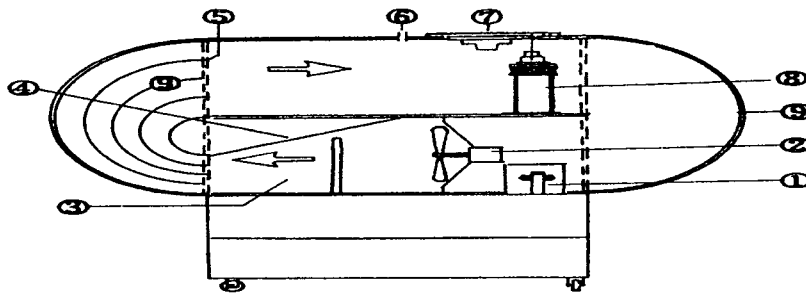


사진 1. 실험용 이온화식 연기감지기

### 3.2 실험장치

#### 3.2.1 실험용 풍동



- ① Pot heater    ② Circulation fan    ③ Electric heater    ④ Velocity guide vane
  - ⑤ Airstream straightener(honeycomb)    ⑥ Measuring point(temp., vel.)
  - ⑦ Detector mounting plate    ⑧ Smoke densitometer    ⑨ Air deflector
- 그림 1. 실험용 연기 Chamber의 구성

#### 3.2.2 발연제

발연제는 일본과 한국에서 규정하고 있는 [5] 일반 화재성상에서 회색의 밝은 연기를 발생하는 동양호지 2호와 검은색의 연기를 발생하는 석유 Stove에 사용되는 Kerosene Oil 을 중량비에 따라 혼합하여 사용하였다.

표 1. 발연재의 구성

가연물 분류	가연물 (%)	
	종이(Paper)	등유(Kerosene)
A	100	0
B	75	25
C	50	50
D	25	75
E	0	100

### 3.2.4 연기농도 측정장치

연기농도 측정장치는 日本, 能美放災工業(株)에서 제작되어 일본, 한국의 감지기 형식승 인시험기관에서 규정한 연기농도 측정장치인 평행판 농도계를 사용하였다.

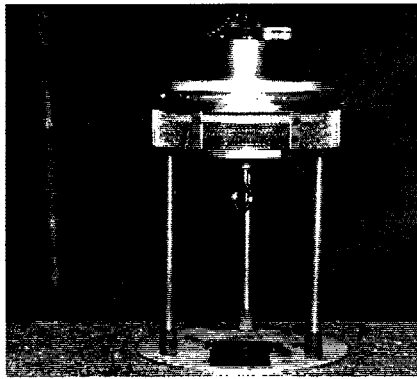


사진 2. 평행판 농도계

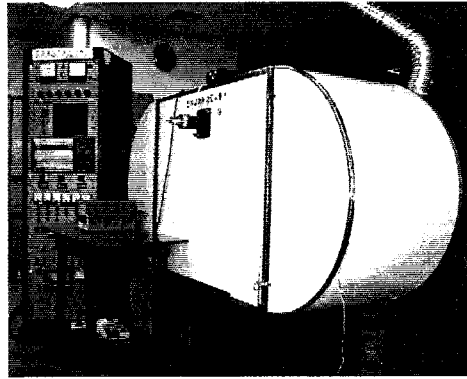


사진 3. 연기감지기 감도시험장치

## 4. 실험방법

실험용 감지기는 정격전압을 인가하여 시험실 온도에 30분 이상 방치하여 감시상태를 유지한 후 풍동에 투입시켜 작동시간을 측정하는 작동실험을 실시하였다.

실험용 감지기의 설치는 천정에 부착된 감지기가 임의의 방향으로부터 수평 연기기류를 받는 조건으로 풍동의 2층 천정부 중앙에 투입시켜 작동실험을 실시하였다.

규정 연기농도는 일본과 한국에서 이온화식 연기감지기, 2종의 감도 시험기준에 의한 전리전류변화율(연기농도)이 0.318~0.33(규정농도의  $\pm 2\%$ )을 유지하는 상태로 폐회로 순환풍동을 순환할때 풍속 응답특성실험을 실시하였다.

이온화식 연기감지기의 풍속변화에 대한 응답특성을 얻기 위한 실험으로 규정된 연기농도와 기류온도 20℃에서 풍속변화는 일본, 한국에서 정한 시험기준과 이론적 고찰 및 실험을 통해 얻은 연기기류의 수평 이동속도를 근거로 20cm/s에서 100cm/s사이, 10cm/s간격으로 풍속변화를 주어 폐회로 순환풍동에 실험용 감지기를 투입하여 작동시간을 측정하였다.

## 5. 실험결과 및 고찰

본 실험연구의 풍속 응답특성을 구하기 위한 실험용 이온화식 연기감지기의 평균 작동시간 측정결과는 표2와 같다.

표 2. 풍속변화에 의한 평균 작동시간

가연물 분류	시 험 결 과									
	풍 속 (cm/s)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	작동시간 (초)	8.2	6.3	5.3	4.5	4.2	3.9	3.7	3.6	3.5
B		8.8	6.6	5.3	4.3	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2
C		8.7	7.5	5.5	4.4	4.2	3.6	3.5	3.5	3.3
D		8.9	7.4	5.1	4.1	3.7	3.5	3.4	3.4	3.3
E		10.0	8.6	6.6	5.7	4.9	4.8	4.7	4.7	4.3

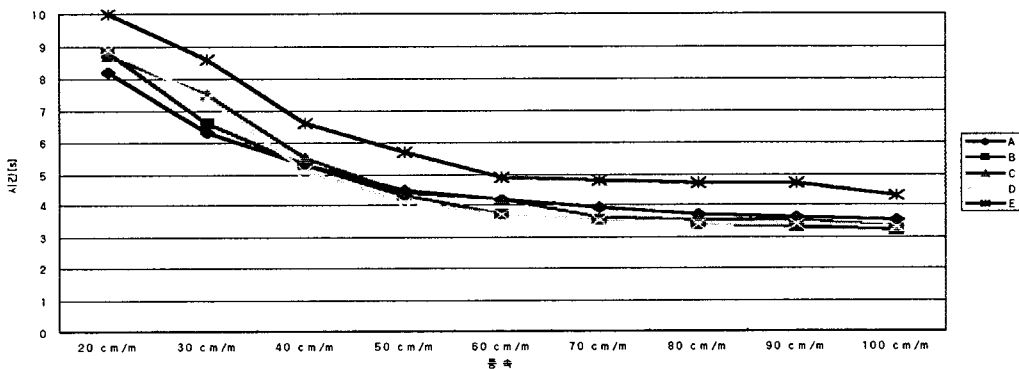


그림 2. 풍속변화에 의한 평균 작동시간 그래프

## 7. 결론

본 연구에서는 실험적으로 일정한 연기농도 조건하에서 풍속을 변화시켜 이온화식 연기감지기가 풍속에 영향을 받는 응답특성을 규명하였으며 실험을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 풍속변화는 이온화식 연기감지기의 응답특성에 반비례적인 영향을 미치며, 실험풍속 60 cm/s 이상에서 예민한 응답특성을 확인하였다.
2. 기류온도변화는 이온화식 연기감지기의 응답특성에 반비례적인 영향을 보였다.
3. 이온화식 연기감지기는 종이류의 훈소화재에 예민한 응답특성을 보였다.
4. 이온화식 연기감지기의 신뢰성 향상은 풍속변화에 대해 안정적인 기류 유입, 유출 구조를 갖는 감지Chamber개발이 필요하다.

## 참고문헌

1. Joseph E. Johnson, Fire Detection Past, Present and Future, Fire Journal, pp 49 - 53, 1987
2. Fire Detection Systems in Dwelling - Los Angeles Fire Department Tests, NFPA Quarterly, Vol. 56, No. 3, pp 10 - 15, 1963
3. G. Heskestad, Escape Potential from Apartments Protected by Fire Detectors in High - Rise Buildings, FMRC Report RC74 - T - 15, FMRC, 1974
4. 소방기술기준에 관한 규칙, 제 85조, 내무부령 제 597호, 1993
5. 화재방지설비의 감지기 및 발신기에 대한 기술상의 규격을 정하는 성령, 제 16조, 자치성령 제 17호, 소화 56년
6. 소방용 기계 기구 등의 검정기술기준, 제18조, 내무부고시 제16호, 1990
7. 최만형, 연기감지기의 구조에 따른 특성의 차이와 적용, 한국화재보험협회 방재와 보험, 47호, pp 41 - 43, 1990, 가을호