

이온화식 연기감지기의 기류응답특성 연구 A Study on Response Characteristics of Ionization Smoke Detector Influenced by Air Stream

이복영[†] · 정길순* · 이병곤*

Bok-Young Lee[†] · Kil-Sun Jung* · Byung-Kon Lee*

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원, *충북대학교 안전공학과
(2003. 2. 3. 접수/2003. 5. 22. 채택)

요 약

공조설비에 의한 실내기류 유동특성은 정상해석에 의해 설치되는 화재감지기의 예상 응답특성과 다른 기류 유동특성을 나타내어 기류변화에 따른 이온화식 연기감지기의 응답특성지연을 규명, 성능위주의 화재감지설비 설계를 위한 기반기술 연구를 수행하였다. 실험은 일정한 연기농도를 가진 기류의 풍속을 변화시켜 이온화식 연기감지기의 기류응답특성을 규명하였다. 실험결과 이온화식 연기감지기의 응답특성은 기류속도와 반비례적인 관계가 있으며 기류속도가 60 cm/s 이상인 경우 응답특성이 예민하게 나타났다. 또한, 석유화학제품의 연소에 의한 연기에 비해 종이류의 훈소화재에 예민한 응답특성을 보이는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

Recently, forced ventilating air conditioning system has been widely used in modern buildings. However, It is obvious that this kind of system may affect on the response of fire detectors at real fire incidents, especially, on the ionization smoke detector, which is critically influenced by air stream. Therefore we studied to verify the response characteristics of air stream by ionization smoke detector for the design of facilities in practice. In this study, experiments were executed to examine the correlation between air velocity and the ionization detector's responses with various air velocity and smoke densities in the simulated test room. As a result of experiments, ionization detector's operating time is in reverse proportion to air velocity. And the detector shows more sensitive reaction when the velocity of smoke stream increase over 60 cm/s. In addition, it was shown that ionization smoke detector is more sensitive to smoldering fires in paper than that in petro-chemicals.

Keywords : Ionization, Smoke stream, Responsiveness, Smoldering fire

1. 서 론

연기감지기는 화재 시 발생된 연기미립자(Aerosol)을 감지하여 화재경보 또는 화재진압설비를 작동시키는 자동화재경보설비의 주요 구성요소이다. 1940년 스위스의 물리학자 Ernst Meili는 석탄갱도내의 폭발방지를 위한 가연성 가스검지를 위해 이온화식 챔버를 연구 중 불이나 열에 의한 연기를 감지하는데 이용할 수 있음을 발견하여 연기 화재감지장치가 개발되었다.

이 새로운 개념의 연기감지 기술이 화재안전분야에 실용화된 것은 1960년경 전자기술의 급속한 발달로 조기화재감지의 신뢰성 제고, 경제성 확보 등으로 다른 유형의 감지기보다 많이 사용되게 되었다.¹⁾

조기화재감지를 위한 연구로써 1960년 미국 LA 소방서는 주택용 자동화재탐지설비의 성능에 관한 실험 보고서에서 화재 시 열감지기는 주택 내부의 가시도가 피난을 할 수 없을 정도의 상태가 되어도 작동이 야기되지 않았으나 연기감지기는 일산화탄소(CO)나 연기가 피난을 하기엔 심각할 정도로 발생하기 이전에 작동하여 조기화재감지로서 연기감지기의 적합성을 발표

[†] E-mail: bogylee@kfpa.or.kr

하였다.²⁾

또한, 1974년 FMRC(Factory Mutual Research corporation)은 아파트에서의 감지기 성능을 실험한 결과 인명안전 대피시간을 2분으로 가정, 이온화식 연기감지기는 불꽃화재(Flaming Fire)에 적합한 감지성능이 있다고 발표하였으며 열감지기는 열원과 감지기 설치 위치에 상관없이 적절한 성능을 발휘할 수 없다고 발표하였다.³⁾

우리 나라에서 연기감지기의 설치방법은 소방기술기준에 부착높이에 따라 감지기의 설치기준이 정해져 있으나 설계·시공시 사무실, 거실 등은 열감지기를 복도, 계단, 수직 관통부 등은 연기감지기를 일반적으로 많이 설치하고 있으며,⁴⁾ 연기감지기의 응답특성은 소방검정기술기준에서 정하는 감도시험방법에 의해 규정된 연기농도, 풍속을 유지하는 풍동에 감지기를 투입하여 작동시간을 기준으로 응답특성을 평가하고 있다. 따라서 기류변화에 일정한 응답특성을 유지하는 감지기 개발 및 설치환경평가에 의한 적정 설치기준을 위해 기류응답특성에 따른 연기감지기 응답특성에 관한 실험적 연구를 필요로 하고 있다.

본 연구에서는 이온화식 연기감지기의 응답특성을 실험적으로 일정한 연기농도조건하에서 기류속도를 변화시켜 기류응답특성을 정량함으로써 성능위주의 설계 기법 개발을 위한 기반기술자료로 활용하고자 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

2.1 실험체

기류응답특성을 연구하기 위하여 우리 나라에서 가장 많이 사용되고 있는 Am 241을 방사선원으로 사용한 연기농도 15%/m에 30초 이내의 응답특성을 갖는

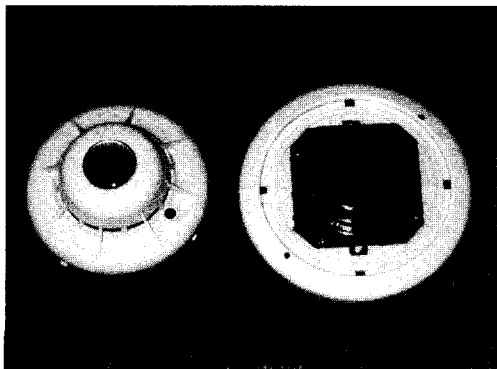


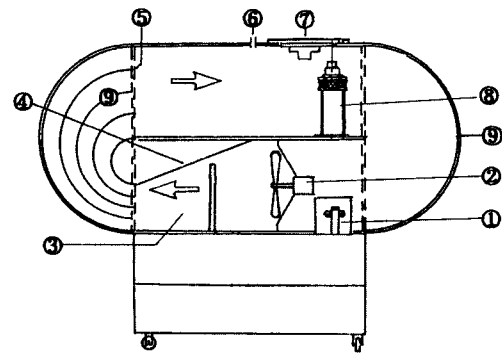
Fig. 1. Ionization smoke detector for experiment.

Fig. 1과 같은 2종의 응답특성을 갖는 이온화식 연기감지기 10개를 실험체로 선정하여 연기감지기의 기류응답특성실험을 수행하였다.

2.2 실험장치

연기감지기의 응답특성을 규명하기 위해 사용되는 감도시험장치는 실험조건을 구현하기에 적합한 연기농도, 풍속을 유지하는 수평기류의 폐회로 풍동과 작동시간을 측정하기 위한 연기발생장치, 연기기류 순환장치, 연기농도 측정장치, 발열장치, 기록장치 및 제어반으로 실험장치의 구성은 Fig. 2와 같다.

2.2.1 실험용 풍동장치



① Pot heater ② Circulation fan ③ Electric heater
④ Velocity guide vane ⑤ Airstream straightener(honeycomb) ⑥ Measuring point(Velocity) ⑦ Detector mounting plate ⑧ Smoke density meter ⑨ Air deflector

Fig. 2. Experimental set-up for smoke detect.

2.2.2 발연재

연기감지기의 응답특성을 규명하기 위해 일반 가연물의 혼소화재를 가정하여 소방검정기술기준에서 회색 연기를 발생하는 여과지로써 사용되는 동양호지 2호를 사용하였다. 연기성상에 따른 응답특성분석을 위해 검은색 연기발생은 중유(Kerosene Oil)을 동양호지와 중

Table 1. Combustibles, mixed filter paper and kerosene oil

Classification	Combustibles(%)	
	Filter paper	Kerosene oil
A	100	0
B	75	25
C	50	50
D	25	75
E	0	100

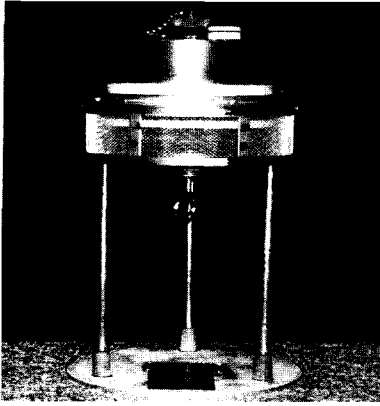


Fig. 3. Smoke density meter.

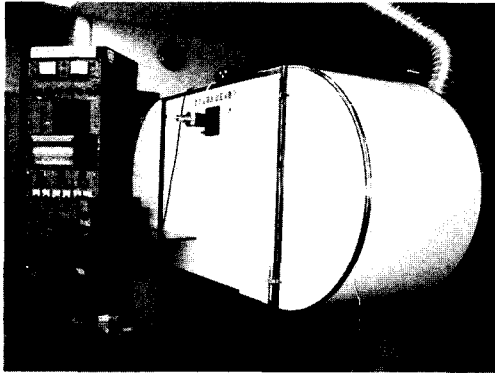


Fig. 4. Test apparatus for smoke detector.

량비에 따라 혼합하여 발연재로 사용하였다.⁵⁾

2.2.3 연기농도 측정장치

연기농도는 이온화현상에 의한 전리전류변화로 연기농도를 측정하는 평행판 농도계를 사용하였으며 연기농도 측정위치는 실험용 감지기의 기류진행을 방해하지 않도록 실험용 풍동의 상단부로서 감지기설치 후

단에 감지기와 사선이 되도록 설치하였다.

2.2.4 실험방법

실험용 감지기는 정격전압 DC 24 V를 인가한 상태에서 열평형 유지장치로 감지 챔버를 청정상태로 하여 감시상태를 유지한 후 일정한 연기농도와 기류속도가 조정된 풍동에 투입시켜 작동시간을 측정하였다.

감지기 설치는 천정에 부착된 감지기가 임의의 방향으로부터 수평 연기기류를 받는 조건을 가정하여 풍동의 상부 천정부 중앙에 투입시켜 실시하였다.

규정 연기농도는 실험용 연기감지기를 응답특성이 2종인 경우 시험기준에서 정한 전리 전류변화율이 0.318~0.33을 유지하는 상태로 풍동을 순환할 때 기류변화에 따른 응답특성 실험을 실시하였다.

이 실험은 화재실의 크기, 개구부 조건, 주위공기밀도 등을 변수로 연기기류의 수평 이동속도가 달라져 이온화식 연기감지기의 풍속변화에 대한 응답특성을 얻기 위한 것이다. 규정된 연기농도에서 풍속변화를 일본, 한국에서 정한 시험기준과 이론적 고찰 및 실험을 통해 얻은 연기기류의 수평 이동속도를 근거로 20 cm/s에서 100 cm/s사이, 10 cm/s 간격으로 풍속변화를 주어 풍동에 실험용 감지기를 투입하여 작동시간을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

발연재의 혼합에 따른 발연특성은 규정 연기농도를 발생시키기 위해 사용된 여과지와 증유의 연기발생량은 증유가 첨가된 가연물이 동일 중량에 비해 연기를 많이 발생시켜 석유화학제품의 가연물이 화재시 피난 및 인명피해에 많은 장애를 일으킬 것으로 분석되었으며, 이온화식 연기감지기는 회색의 연기를 발생시키는 일반 가연물의 혼소 화재에 민감한 것으로 분석되었다.

연구목적에 따라 기류응답 특성을 분석하기 위해 일정한 연기농도 조건에서 기류변환을 변수로 이온화식

Table 2. Average operating time influenced by airstream

Combustibles	Test results									
	Velocity (cm/s)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A	Operating time	8.2	6.3	5.3	4.5	4.2	3.9	3.7	3.6	3.5
B	Operation Time (s)	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

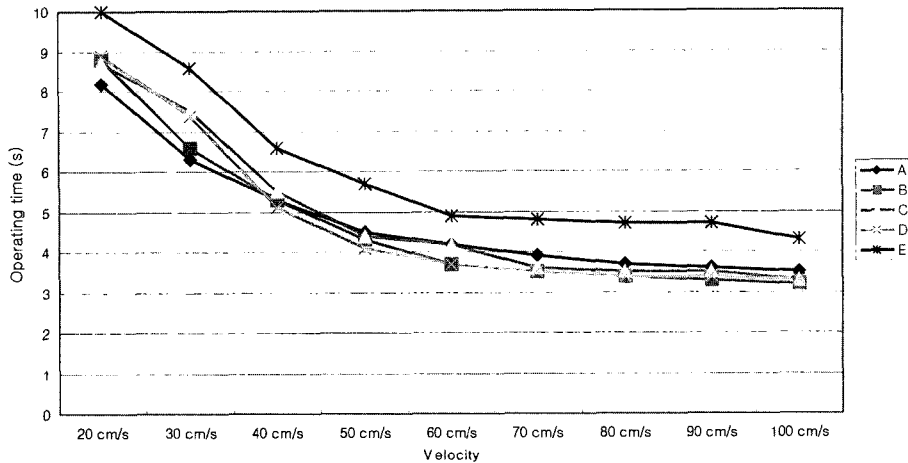


Fig. 5. Average operating time influenced by airstream.

연기 감지기의 응답특성은 Table 2와 Fig. 5에 나타난 것과 같이 기류속도가 60 cm/s까지는 반비례적인 특성을 보였으나 기류속도가 60 cm/s이상인 경우는 거의 일정한 응답특성을 갖는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 실험적으로 일정한 연기농도 조건하에서 기류를 변화시켜 이온화식 연기감지기의 기류응답특성을 규명하였으며 실험을 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 감지기가 설치된 공간의 기류속도가 60 cm/s 이하에서는 이온화식 연기감지기의 응답 특성은 기류속도와 반비례적인 관계를 가지며, 기류속도가 60 cm/s 이상인 경우 응답 특성이 우수한 것으로 나타났다.
2. 발연재의 성상에 따라 이온화식 연기감지기는 석유화학제품보다 종이류와 같은 일반 가연물의 혼소화재 시 발생하는 연기에 응답특성이 우수한 것으로 나타났다.
3. 성능위주의 설계기술로써 이온화식 연기감지기의

신뢰성을 확보하기 위해서는 설치환경평가에 의해 연소성상이 일반 가연물의 연소가 예상되는 방호공간에서 감지기의 신뢰성이 확보될 수 있으며, 향후 연구개발과제로서 기류변화에 안정적인 연기유입, 유출 구조를 갖는 감지 챔버 개발이 필요한 것으로 나타났다.

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 RC 74 - T - 15, FMRC, (1974).
4. 소방기술기준에 관한 규칙, 제85조, 행정자치부령 제143호, 2001. 7. 27.
5. 소방용 기계 기구 등의 검정기술기준, 제18조, 행정자치부 고시 제2001-19호, 2001. 10. 16.