

가연물에 따른 화재감지기 응답특성에 관한 실험연구

최문수 · 홍성호 · 이상호 · 박상태 · 유송현

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원

A Experimental Study on the Response Characteristics for Fire Detector by Combustibles

Choi, Moon-Soo · Hong, Sung-Ho · Lee, Sang-Ho · Park, Sang-Tae ·
Yoo, Song-Hyun

Fire Insurers Laboratories of Korea

요 약

화재감지 및 경보시스템의 설계 목표는 화재발생 초기 단계에서 화재징후를 발견, 피난의 개시를 신속하게 통수하는 것이다. 화재감지기는 다양한 건물 및 환경에 설치되기 때문에 주위 온도 및 가연물의 종류 등 환경적 측면을 심층적으로 고려하지 않으면 적절하게 감지하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 즉, 가연물 종류 등을 고려한 설계에 따라 설치된 화재감지기는 화재시 설계치 대로 조기에 화재를 감지하여 화재 예방 및 화재로 인한 피해를 최소화할 수 있는 것이다.

본 논문은 화재시 조기에 화재를 감지하기하여 건축물내 인명피난을 목적으로 설치되는 화재감지기의 응답특성을 분석한 연구이다. 화재감지기의 응답특성을 분석하기 위하여 다양한 가연물을 발생시키고 화재감지기 종류별로 설치한 다음 각 화재감지기의 응답특성을 분석하였다. 그 결과 정온식 열감지기는 열방출률이 적은 화재를 조기에 감지하는 것에 적합하지 않은 것으로 나타났다. 광전식 연기감지기는 회색 계통의 목재류 화재성상에서 응답특성이 떨어졌고, 동일한 공간에서 화원의 수평거리와 동작시간이 비례한다고 볼 수 없었다.

1. 서 론

화재감지 및 경보시스템의 설계 목표는 건물주, 보험회사 또는 법적권한을 가진 정부당국에 의해 결정되는데, 인명안전, 재산보호, 사업보호 및 환경보호로 대별된다¹.

화재로 인한 인명 및 재산피해를 최소화하기 위해서는 화재발생 초기단계에서 화재징후를 발견하여 피난 개시를 신속하게 하고, 초기 소화태세 확립 및 소방기관에 신속한 통보가 필수적이다.

산업발전과 함께 건물 용도의 다변화 및 방호대상물의 대형화, 고층화에 따라 갈수록 증가추세인 화재로 인한 인명피해 및 재산상의 손실을 경감시킬 수 있도록 화재의 조기감지기술 연구가 요구되어 지고 있다.

감지기는 다양한 건물 및 환경에 설치되기 때문에 주위 온도 및 가연물의 종류 등 환경적 측면을 심층적으로 고려하지 않으면 적절히 감지하지 못하는 경우가 생길 수 있다.

즉, 가연물 종류를 고려한 설계에 따라 설치된 감지기는 화재 시 설계치 대로 조기에 화재를 감지하여 화재 예방 및 화재로 인한 피해를 최소화 할 수 있는 것이다.

본 연구는 화재로부터 인명과 재산을 보호하기 위한 연구로써 과학적이고 합리적인 화재경보설비 구축의 필요성에 의해 가연물의 종류에 따른 화재감지기의 응답특성을 분석하기 위하여 수행되었다.

2. 화재감지기술 개요

20세기 초반의 경보설비는 납 용해 방식 및 바이메탈이 이용된 정온식 열감지기, 가용 절연물질을 이용한 정온식 감지기 및 반도체 방식의 정온식 감지기가 개발되었으며, 이러한 정온식 감지기는 경제성과 다른 감지장치에 비해 낮은 비화재보유율을 가지고 있지만 열전달시간 지연 등에 의한 화재감지 속도가 느리다는 단점을 가지고 있다.

1920~1930년대에 정온식 감지기의 단점은 조기화재 발견의 필요성을 증대시켜 온도상승율을 이용한 차동식 열감지기의 개발을 가져왔으며, 이러한 차동식 열감지기에는 공기 팽창형과 기계형(금속의 팽창비를 이용)이 있다.

현대적 개념인 조기화재경보체계가 태동하게 된 것은 화재성상에 있어 온도상승보다 더 빨리 불을 감지할 수 있는 연소생성물이 있다는 것을 알게 되어 1940년 Swiss의 물리학자 Dr. Ernest Meili는 광산의 갱도내 가연성 가스에 의한 폭발로 인한 사고예방을 위한 가연성가스 감지장치로 Ionization Chamber를 연구하던 중 연기미립자를 감지할 수 있는 이온화식 연기감지기를 개발하였다. 현대의 전기, 전자, 화학 기술은 성능의 신뢰성 크기의 소형화 등 화재감지기술의 발전동기를 가져와 산란광을 이용한 광전식 연기감지기, 감광식을 이용한 광전식 연기감지기의 개발을 가져왔으며, 특수한 환경에 적응성이 있는 자외선/적외선 불꽃감지기, Cloud Chamber방식의 연기감지기가 개발되었다.

최근 20년 동안 센서기술, 전자기술, 정보기술 및 화재물리학의 발달에 힘입어 화재분야의 새로운 감지기술은 상당히 진보하였는데, 예로, 연소 중에 발생하는 거의 모든 가스를 측정하는 기술이 확립되어 활용되고 있고 분포형광센서감지기가 터널, 지하철로 및 역사 처럼 까다로운 주위조건을 가진 장소에서의 화재안전 목적으로 도입되었다².

또한, 최근에 CO화재감지기, 영상감지기(Video Smoke Detector) 및 다센서(Multi-sensor)감지기가 개발되었지만 적용되는 설치기준 및 시험규격은 아직 마련되지 않고 있다³. 다센서(Multi-sensor)감지기는 비화재보 예방을 위하여 개발되었으며, 이온화식연기감지기, 광전식연기감지기, 이산화탄소(CO₂)감지기 및 일산화탄소(CO)감지기를 통합하여 하나의 감지기로 만든 것이 현재 사용되고 있다⁴.

3. 실험조건 및 실험체 설치

3.1 실험조건

인명피해가 많이 발생하는 아파트 공간을 모델링하기 위하여 6 m(W) × 10 m(L) × 3 m(H)의 무풍상태인 방(Room)을 화재실험장으로 정하였고, 감지기는 정온식 1종 열감지기 (70 ℃), 차동식 2종 열감지기, 광전식 2종 연기감지기, 이온화식 2종 연기감지기를 실험대상으로 하였으며, 가연물 종류로 일반목재류(미송각재 47개 모형화, 알콜 1리터), 합성목재류(틀합판 3.9kg 2개, MDF 1.4 kg, 알콜 1리터), 유류(N헵탄 2.5 ℓ)를 실험 화원으로 정하였다.

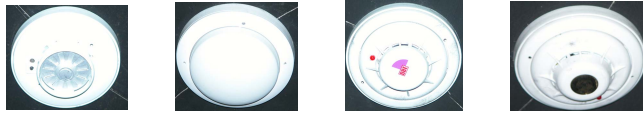


그림 1. 실험대상인 감지기(정온식, 차동식, 광전식, 이온화식)



그림 2. 화원(일반목재류, 합성목재류, 유류(N-헵탄))

3.2 실험체 설치

감지기 설치는 화원을 중심으로 반지름이 0.5 m인 동심원, 반지름이 2 m인 동심원, 반지름이 4 m 인 동심원 상의 천장의 반자에 실험대상 실험체를 설치하였다.

4. 응답특성 실험결과

실험결과는 다음 표와 같다.

일련 번호	실험체 종류	화원중심에서의 설치간격(m)	응답시간(분:초)		
			일반목재류	합성목재류	유류
1	정온식 감지기	0.5	1:11	5:49	2:01
2	차동식 감지기	0.5	0:17	0:17	0:17
3	광전식 감지기	0.5	동작안함	동작안함	1:41
4	이온화식 감지기	0.5	0:20	0:25	0:07
5	정온식 감지기	2	2:09	2:26	5:18
6	차동식 감지기	2	0:54	0:30	0:51
7	광전식 감지기	2	동작안함	4:11	2:21
8	이온화식 감지기	2	0:19	0:30	0:15
9	차동식 감지기	4	1:21	1:21	동작안함
10	이온화식 감지기	4	0:28	2:26	3:16
11	광전식 감지기	4	동작안함	0:33	0:31

5. 결론

대부분의 화재에서 이온화식 연기감지기는 열감지기 보다 우수한 응답특성을 나타내어 화재를 조기에 감지하여 인명피해 예방을 주목적으로 화재안전기술이 적용되어야 하는 아파트 등 주거용도의 장소에서는 이온화식 연기감지기를 설치하는 것이 인명보호 차원에서 적절한 것으로 나타났다.

불꽃화재로 인해 연기입자가 매우 작고 회색 계통의 목재류 화재성상에서 광전식 연기감지기는 응답특성이 매우 떨어지는 것으로 나타나 무기물질의 불꽃화재 성상이 예상되는 소방대상물에는 광전식 감지기를 설치하는 것은 적절하지 못한 것으로 나타났다.

열감지기는 화원으로부터 거리가 멀어짐에 따라 응답이 늦어지는 것으로 나타나지만, 광전식 감지기의 경우는 먼 거리에 설치된 감지기가 보다 빠르게 응답하는 경향을 보여 주고 있어 설치된 천장 높이가 동일한 공간에서 화원의 수평거리와 동작시간이 비례한다고 볼 수 없으며, 이는 화재로 인한 제트 열기류흐름의 지배를 받기 때문인 것으로 보인다.

참고문헌

1. Robert P.schifiliti, Brian J.Meacham, Richard L.P.Custer "Design of detection systems", SFPE Handbook
2. Ronald B. Melucci, Early detection of fire, IFP(2004)
3. Colin Todd, "Fire detection and fire alarm systems", Fire safety engineering(2002.11)
4. G. Pfister, "Multi-sensor/Multi-criteria fire detection", Fire Technology(1997. 2th quater)