

B-08

화재감지기 및 스프링클러헤드의 응답특성 비교 연구

최문수, 이복영, 박찬호, 박상태
한국화재보험협회 부설 방재시험연구원

A Comparative Study on Responsiveness Characteristics of Fire Detectors and Sprinkler Heads

Choi moonsoo, Lee bogyoung, Park chanho, Park sangtae
Fire Insurers Laboratories of Korea, a subsidiary of KFPA

1. 서론

공동주택 등 주거공간에서의 화재안전 Concept은 재산보호보다는 인명보호를 우선하는 인간존중의 정책이 수립·시행되어야 한다.

공동주택에 대한 국내·외 감지기 설치기준을 조사한 결과, 일본은 기준에서 정한 스프링클러설비를 설치한 경우는 감지기 설치를 면제하고 있으나 우리나라는 과거에 일본기준과 유사하였으나 최근 일정면적 이상의 공동주택에 대해서 스프링클러설비가 적절히 설치되어 있을지라도 자동화재탐지설비를 설치해야 하는 것으로 기준을 개정하였다.

미국의 경우는 NFPA에서 정한 주택용 화재경보코드가 재산보호가 아닌 생명안전과 중요한 연관이 있는 것으로 규정되어 있어 감지기 설치를 면제하는 기준이 없는 것으로 조사 되었다.

이렇게 나라마다 다르게 적용하고 있는 자동화재탐지설비의 설치기준에 대하여 실험을 통하여 관련 기준의 타당성을 분석하고 어떠한 안전기준이 더 국민의 안전욕구향상에 부응하고 있는 지를 증명하는 것이 필요하다.

즉, 본 연구는 화재로부터 국민의 인명과 재산을 보호하기 위한 기반 연구로써 과학적이고 합리적인 화재예방설비를 구축하기 위한 필요성에 의해 화재예방설비인 화재감지기와 이를 대체하는 Sprinkler Head의 응답특성을 비교·평가하기 위해 수행되었다.

2. 실험 개요

2.1 실험체

- 정온식 감지기(1종, 보통형, 채용형)
- 차동식 감지기(2종, 보통형, 채용형)
- 광전식 감지기(2종, 비축적형)

- 이온화식 감지기(2종, 비축적형)
- 광전식 감지기(아날로그식)
- 표준형 스프링클러 헤드(68 ℃, 유리벌브형, 하향)
- 표준형 스프링클러 헤드(72 ℃, 퓨지블링크형, 하향)
- 원형 스프링클러 헤드(72 ℃, 퓨지블링크형)
- Flush 형 스프링클러 헤드(72 ℃, 퓨지블링크형)

2.2 실험장

공동주택에서 감지기 및 스프링클러의 설치 장소가 실내 공간임을 감안하여 6 m(W)×10 m(L)×3 m(H) [체적 : 180 m³, 바닥면적 : 60 m², 천장높이 : 3 m]의 무풍상태인 시험실을 화재실험장으로 정하여 실험을 수행하였다.

2.3 화재 성상

거주공간의 화재를 가정, 화재성상으로 목재, 유류(N-헵탄), 의복, 모니터의 화재를 실험 화재성상으로 정하여 실험을 수행하였다.

1. 목재류 : 틀합판 3.9 kg 2개, MDF 1.4 kg
2. 유류 : N-헵탄 2.5 ℓ
3. 의복류 : 면, 모, 나일론으로 구성된 작업복 3.56 kg
4. 모니터 : 14인치 컴퓨터 CRT 모니터 1대

2.4 실험체 설치

실험장의 체적 및 천장 면적, 스프링클러의 설치 간격 등을 고려하여 그림 1과 같이 화원을 중심으로 반지름이 0.5 m인 동심원, 반지름이 2 m인 동심원, 반지름이 4 m인 동심원 상의 3 m 높이 천장에 실험대상인 감지기 및 스프링클러헤드를 설치하였다.

감지기의 작동은 제어실에 위치한 작동시간 측정장치에서 측정·기록이 되도록 제어반을 설치하였으며, 스프링클러 배관은 8 mmØ 동관에 2 kg/cm²의 공기압을 가하여 압력스위치에 의해 스프링클러 헤드의 작동 상황이 측정·기록되도록 제어반에 연결하였다.

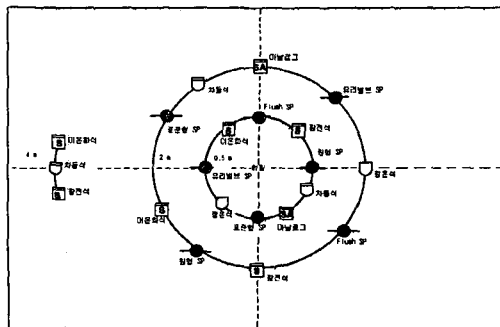


그림 1. 실험체 설치 (실험실 천장)

2.5 실험 방법

실험실 천장에 감지기 및 스프링클러 헤드를 부착하고 스프링클러 배관에 2 kgf/cm²의 공기압을 설정한 다음, 실험실 중앙에서 화원을 점화시켜 10~20분 동안 자연적으로 연소 되도록 하고 발생하는 연소생성물(열, 연기)에 의한 감지기 및 스프링클러헤드의 작동시간(응답시간)을 측정하였다.

3. 실험내용 및 결과

3.1 실험내용

3.1.1 목재류 화재

목재화재는 가연물로 건조된 틀합판 3.9 kg 2개, MDF 1.4 kg(600mm×600mm×5mm t)를 가연물로 사용하였으며, 연소초기에 원활한 연소를 위하여 알콜 1리터를 Plate바닥에 붓고 점화하였다. 연소는 약 12분 동안 진행되었으며, 천장에서 측정된 온도는 그림 2와 같다.

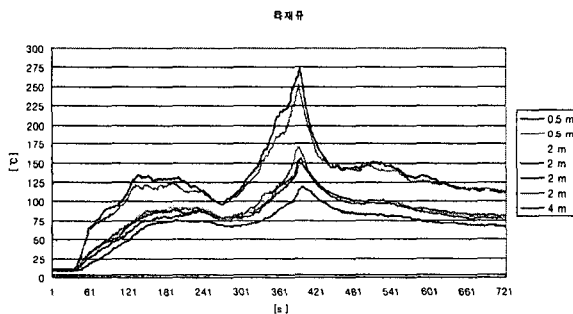


그림 2. 목재류 화재 시 천장의 온도 그래프

3.1.2 유류 화재

유류화재에서는 가연물로 N-헵탄을 사용하였으며, 미국, UL의 소화기 1단위 시험 시 사용되는 320mm × 320 mm×320 mm의 Plate에 물을 약 10 ℓ를 채운 다음에 N-헵탄 2.5 ℓ를 그 위에 붓고 자연 연소를 시켰다. 연소는 12분 30초 동안 진행되었으며, 천장에서 측정된 온도는 그림 3과 같다.

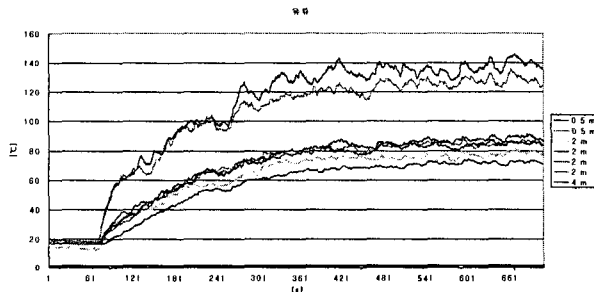


그림 3. 유류 화재 시 천장의 온도 그래프

3.1.3 의복류 화재

의복류 화재에서는 가연물로 면, 모, 나일론으로 구성된 작업복 3.56 kg을 사용하였으며, 연소를 촉진하기 위해 알콜 500 cc를 가연물인 의복에 뿌려 점화를 시켰다. 연소는 10분 동안 진행되었으며, 천장에서 측정된 온도는 그림 4와 같다.

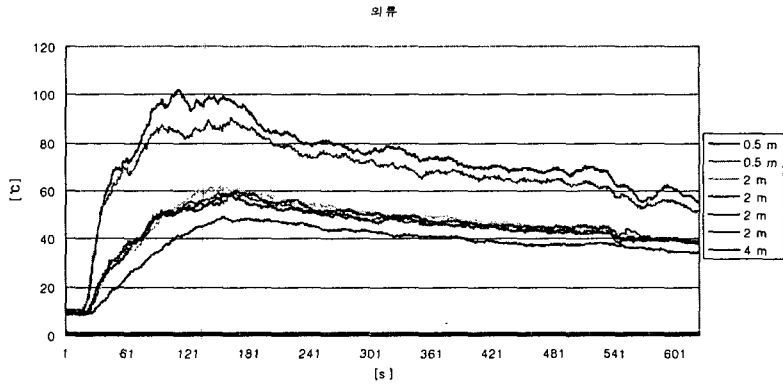


그림 4. 의복류 화재 시 천장의 온도 그래프

3.1.4 모니터 화재

모니터 화재에서는 가연물로 14인치 컴퓨터 CRT 모니터(TG 4480C, 판매자 : 삼보컴퓨터, 제조원 : 삼성전자)를 사용하였으며, 연소를 촉진하기 위해 알콜 500 cc를 모니터가 설치된 바닥에 뿌린 상태에서 점화를 시켰다. 연소는 10분 동안 진행되었으며 천장에서 측정된 온도는 그림 5와 같다.

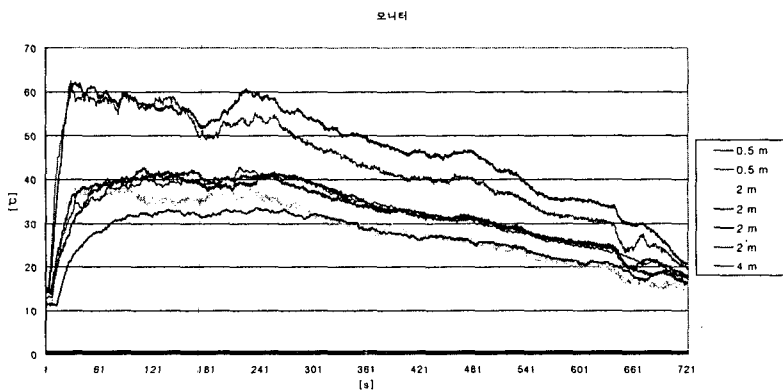


그림 5. 모니터 화재 시 천장 온도

3.2 실험결과(종합표)

번호	실험체 종류	화원에서 간격 (m)	동작시간 (분:초)			
			목재류	유류	의복류	모니터
1	정온식 감지기	0.5	5:49	2:01	1:18	동작안함
2	차동식 감지기	0.5	0:17	0:17	0:17	0:12
3	광전식 감지기	0.5	동작안함	1:41	1:36	0:53
4	이온화식 감지기	0.5	0:25	0:07	0:15	0:17
5	광전식 아날로그 감지기(5 %/m)	0.5	0:10	0:16	0:34	0:38
6	표준형 SP Head(유리벌브형, 68 ℃)	0.5	1:35	2:51	2:26	동작안함
7	표준형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	0.5	2:13	3:35	동작안함	동작안함
8	원형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	0.5	4:39	5:04	동작안함	동작안함
9	Flush형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	0.5	2:54	4:11	동작안함	동작안함
10	정온식 감지기	2	2:26	5:18	동작안함	동작안함
11	차동식 감지기	2	0:30	0:51	0:40	0:45
12	광전식 감지기	2	4:11	2:21	0:36	1:49
13	이온화식 감지기	2	0:30	0:15	0:17	0:21
14	광전식 아날로그 감지기(5 %/m)	2	0:15	0:18	1:18	0:19
15	표준형 SP Head(유리벌브형, 68 ℃)	2	3:24	7:33	동작안함	동작안함
16	표준형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	2	5:14	동작안함	동작안함	동작안함
17	원형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	2	동작안함	동작안함	동작안함	동작안함
18	Flush형 SP Head(퓨지블링크형, 72 ℃)	2	6:09	동작안함	동작안함	동작안함
19	차동식 감지기	4	1:21	동작안함	동작안함	동작안함
20	이온화식 감지기	4	2:26	3:16	동작안함	1:34
21	광전식 감지기	4	0:33	0:31	0:22	0:23

4. 분석 및 결론

조기 화재감지시스템을 구축하여 화재 시 인명피난을 목적으로 설치되는 자동화재탐지 설비 중 화재감지기와 화재의 성장제어 및 소화를 주 기능으로 설치되는 스프링클러설비의 헤드에 대한 다양한 연소 성상에 대한 응답특성 실험을 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1. 화재감지기와 스프링클러헤드의 응답특성을 평가한 결과, 대부분의 화재에서 연기감지기가 스프링클러헤드 보다 우수한 응답특성을 나타내어 화재를 조기에 감지하여 인명피해 예방을 주목적으로 화재안전기술이 적용되어야 하는 아파트 등 주거용도의 장소에서는 연기감지기를 반드시 설치하는 것이 인명보호 차원에서 적절한 것으로 나타났다.
2. 본 연구에 활용된 실험 화재 중 목재류 화재는 열방출량이 크므로 스프링클러헤드가 대부분 동작되었고 열방출량이 적은 의복류 및 모니터 화재에서는 천장의 온도가 낮은 이유로 스프링클러헤드가 대부분 동작되지 않았지만, 연기감지기는 열방출량과 상관없이 균일하고 빠른 응답특성을 나타내 광범위하게 사용될 수 있는 조기감지수단임이 확인되었다.
3. 이온화식 감지기는 가까운 거리에서 빠르게 동작하였지만, 광전식 감지기는 먼 거리에 설치된 감지기가 보다 빠르게 응답하는 경향을 보여 주고 있어 연기감지기는 설치된 천장 높이가 동일한 공간에서 화원의 수평거리와 동작시간이 비례한다고 볼 수 없었다.
4. 광전식 감지기는 가까운 거리에서 목재류화재 시 발생하는 투명한 연소생성물에 대하여 응답특성이 떨어지는 것으로 나타났으나 이온화식감지기는 먼 거리의 의복류 화재에서 응답특성이 나쁘게 나타났지만 대부분의 화재실험에서 연기감지기는 동작하는 것으로 나타나 유효 감지범위가 넓다는 것이 실험을 통하여 확인되었다.

참고문헌

1. Peter F. Johnson, "Very Early Smoke Detection for Computer and Telecommunications Industries", Fire Safety Journal, Vol.14(1998)
2. 소방시설설치유지및안전관리에관한법률, 시행령 및 시행규칙(2004.5.29)
3. 행정자치부고시 제2004-20호 자동화재탐지설비의 화재안전기준 NFSC 203(2004)
4. 일본의 소방법, 시행령, 시행규칙(2003)
5. National Fire Alarm Code, NFPA 72(1993)
6. 행정자치부 고시 제2001-19호, 감지기의 형식승인 및 검정기술기준(2001.10.16)
7. 손봉세, 소화시스템공학, 일진사(2002)