

B-05

공기유동이 감지기 응답특성에 미치는 영향과 대책

이복영, 박상태, 채영무*, 백동현**, 이병곤***

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원, *충주대학교 정보제어공학과, **경원전문대학 소방시스템공학과, ***충북대학교 안전공학과

A Study on Response of Smoke Detector influenced by Air Stream

Bok-Young Lee, Sang-Tai Park, Young-Mu Chai*, dong-hyun Baek**, Byung-Kon Lee***

Fire Insurers Laboratories of Korea a Subsidiary of Korea Fire Protection Association

**Chung Joo National University, Department of Information and Control Engineering*

***Kyung won College, Department of Fire Protection system Engineering*

****Chung buk National University, Department of Safety Engineering*

1. 서 론

화재 시 열·연기기류는 화재실의 상층부와 하층부의 온도차로 인한 부력현상에 의해 상승기류가 형성되어 천정부로 기류가 수직이동을 하며 천정에 부딪힌 기류는 수평이동을 하여 실내 전체를 열·연기로 충만하게 된다¹⁾²⁾.

화재감지장치 및 자동 소화장치는 이와 같은 화재 공학적 해석에 의해 상승기류를 효과적으로 감지할 수 있도록 천정부에 설치하는 것이 기본적인 설계방법이다.

정밀 제조를 위한 환경조성과 첨단 정보통신기기의 안정적인 운용을 위한 Clean Room 설비가 필요한 반도체 산업 및 정보통신 산업에서 공조설비 또는 실내 온도조절장치는 실내공기를 순환시켜 화재 시 발생된 기류가 정상해석에 의한 천정부의 온도상승, 연기농도에 이르지 못하여 새로운 화재감지 기술의 필요성을 요구하고 있다.

기류순환과 감지기의 예상 작동특성은 연기를 수반한 기류가 방호공간을 연기 Chamber 화하여 실 전체가 연기감지기가 작동할 수 있는 정도의 연기농도가 형성되어야 연기를 감지 할 수 있다.

이것은 화재감지장치와 자동소화설비의 화재감지지연을 초래하고 결과적으로 화재감지 지연으로 인한 인명피해 및 재산피해의 증가와 복구기간의 장기화를 유발할 수 있다.

2. 연구배경

Digital산업의 발전은 컴퓨터실, 전자교환실 및 제어실 등과 같은 특수 목적의 시설물 증가를 가져왔으며 공간가치는 Compact화된 전자장치 등으로 단위면적 당 재산가치의 상승효과를 가져왔다.

통신용 전자장비와 같이 상시 운전 시스템을 갖는 공간은 기기운용으로 인하여 공간온도가 시간 당 15℃ 이상 증가되는 것으로 현장조사결과 나타났으며, 기기운전에 따른 발열이 통신망의 마비 등 이상 운전조건을 형성하지 못하도록 보호방식으로 실내 공기를 순환시켜 발생열을 분산·냉각시키는 설비가 필수적으로 필요하게 되었다³⁾.

냉각목적의 공기순환은 실내 공기유속의 증가를 가져와 화재 시 발생된 연기를 희석, 분산시켜 BS 1982, NFPA 75 등과 같은 감지장치의 설치지침에서는 연기희석으로 인한 국소방식으로 설치된 감지장치의 응답지연을 보상하기 위해 설치면적을 감소시키는 단순, 산술적 방법을 적용하고 있으나, 감지기의 응답특성을 향상하기 위한 방법으로 감지기 설치개수의 증가는 설치비 증가를 가져와 새로운 감지방식의 개발이 근원적으로 필요한 것으로 나타났다.

전자장비의 경제적 가치와 통신 서비스 중단 등 간접적인 피해 및 전자회로의 연소생성물에 대한 예민성은 PVC 등에서 발생된 부식성 가스와 연기는 회로기판, 자기 테이프 등에 손상을 주며 HDD는 66℃이하의 온도에서 영향을 받으며 0.5 μm이하의 연기입자에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났다⁴⁾⁵⁾.

본 연구는 공기순환에 의한 방호공간의 연기농도 분포에 관한 실험적인 연구에 의하여 화재감지 지연현상을 분석하고 조기 화재감지장치 개발을 위한 기반연구에 대하여 기술하고자 한다.

3. 실험방법 정립

3.1 실험개요

Smoldering Fire시 연기확산, 희석, 분산효과에 따른 천정부의 연기농도를 평가하기 위하여 ISO 7240-7(2002)에서 정하는 감지기의 화재시험방법에 의해 Fig. 1과 같은 화재실험실 (10 m × 6 m × 3 m)에서 기류영향을 평가하고자 공조설비에 의한 강제대류상태에서 실험을 실시하였다⁶⁾.

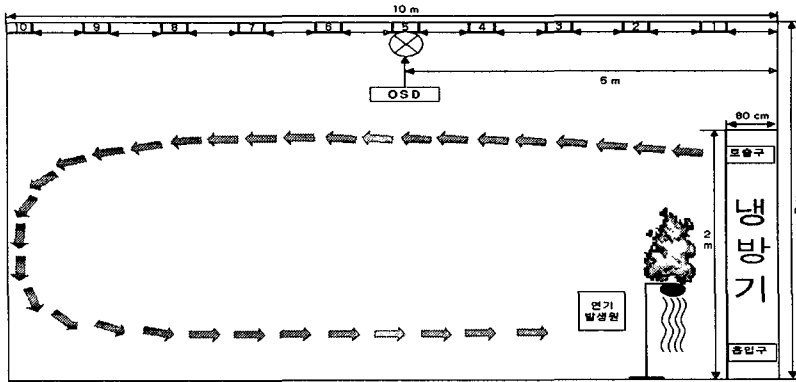


Fig. 1. Schematic diagram of test room and measuring devices.

3.2 기류실험

3.2.1 공기순환량

실험실 체적(180 m³)에 대한 공기 순환량은 조사·연구된 전자기기실의 체적에 대한 평균 공기 순환량 18 %/분로 조정하여 순환설비의 풍량(2.6 m/s)과 순환구의 면적(70 cm × 30 cm, 0.21 m²)을 조정하여 실험을 실시하였다.

3.2.2 배기구 위치

순환구 높이는 실험실 높이의 60 % (바닥으로부터 1.8 m)로 조절하여 실험실 상부에서 기류를 배출하고 하부에서 실내공기를 흡입하는 구조로 실내 공기를 순환시켜 실험을 실시하였다.

3.2.3 연기발생원

ISO 7240-7(2002)기준의 Type of Fire 3에서 정하는 연기감지기 응답특성 실험에 사용되는 직경이 8 mm, 길이가 80 cm인 면심지 90개를 바닥으로부터 20 cm 상부지점, 배기구 바로 밑에 설치, 혼소화재 시 발생된 연기가 강제기류에 실려 실내에서 순환되도록 하였다.

3.2.4 연기농도 측정:

실험실 천정장 중앙에서 연기농도를 측정하기 위하여 감광식 연기농도계를 설치하여 연기농도를 측정하였다.

3.2.5 연기감지기 설치

천정부에 배기구로부터 1 m 간격으로 이온화식 연기감지기(2 종, 비축적형)를 설치하여 연기감지기의 작동여부를 측정하였다.

4. 실험결과

4.1 기류영향에 의한 천정부의 연기농도

기류순환이 열·연기기류의 상승을 방해하는 경우 천정부의 연기농도 및 연기감지기의 작동특성 실험결과, 기류순환은 연기를 포함한 기류의 상승을 방해하여 천정부의 연기농도는 Fig. 2와 같이 화재경과시간 60분이 경과되어도 5 %/m로 나타나 연기감지기의 Threshold level이 12 %/m로 조정된 광전식 또는 이온화식 연기감지기는 화재를 유효하게 감지하지 못하는 것으로 나타났다.

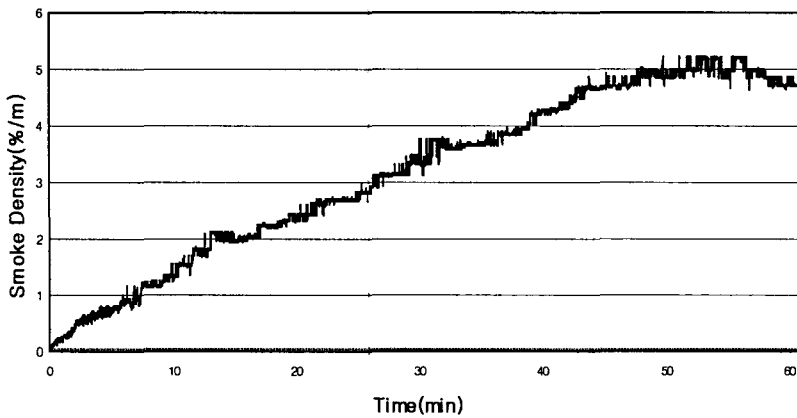


Fig. 2. Smoke density of ceiling influenced by air stream.

4.2 무풍상태 실험

무풍상태에서 열·연기기류는 부력에 의해 천정부로 상승하는 정상적인 기류분포로 연기농도 및 연기감지기의 작동특성 실험결과, 연기를 포함한 기류의 상승은 천정부의 연기농도를 Fig. 3과 같이 13 %/m까지 상승시키는 것으로 나타나 Threshold level이 12 %/m로 조정된 재래식 Spot Type의 광전식 또는 이온화식 연기감지기는 화재를 유효하게 감지할 수 있을 것으로 나타났다.

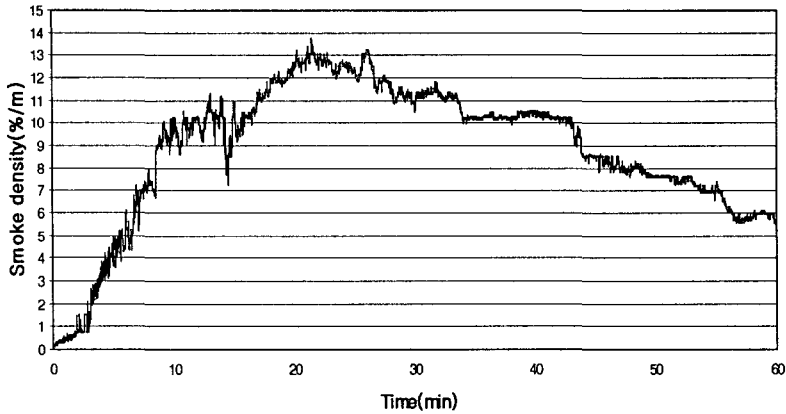


Fig. 3. Smoke density of ceiling not influenced by air stream.

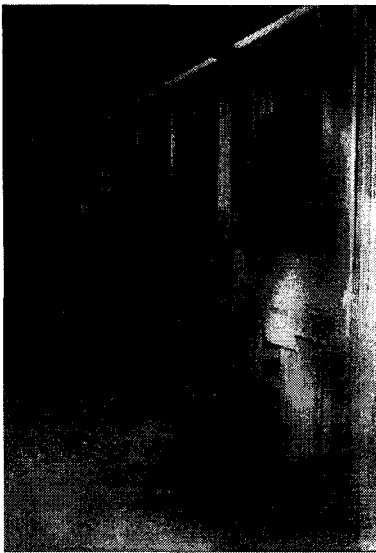


Fig. 4(a). Photograph of an early stage of test.

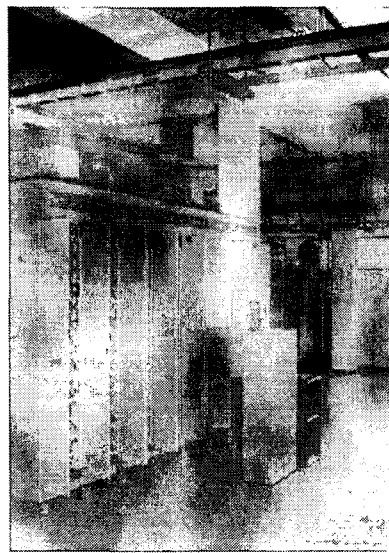


Fig. 4(b). Photograph of full an end test.

5. 분석 및 고찰

5.1 기류순환이 감지기의 응답특성에 미치는 영향

기류순환 시 방호공간의 연기농도는 감지기가 설치된 천정부의 연기농도가 화재실 전체에 희석된 연기농도분포와 비례하여 상승하는 것으로 나타나 천정에 설치된 Passiv형 연기감지기는 열·연기기류의 정상해석에 의한 감지기 성능을 평가하는 국제기준에서 정하는 조건이 60분간 지속되어도 화재를 감지하지 못하는 것으로 분석되었다.

연기감지기의 예상 작동상황은 화재가 지속되어 실 전체의 연기농도가 감지가 가능한 농도가 되어야 감지를 할 수 있을 것으로 분석되었으며, 이러한 경우 유독성가스로 인한 인명피해는 물론, 정밀 제조설비와 전산설비가 부식성 가스와 연기미립자에 의해 오염이 예상되어 경제적 손실이 예상된다.

5.2 공기흡입형 광전식 연기감지기 개발 필요성

방호공간의 공기를 배관을 통하여 감지부로 흡입, 흡입된 공기 중 연기미립자는 레이저 등에 의한 산란광방식에 의해 연기미립자의 존재를 제어·처리 하여 화재신호를 발생하는 기류영향을 받지 않는 능동형 화재감지방식의 개발로 공조설비 등에 의한 화재감지기의 응답특성지연을 보상 할 Fig. 5와 같은 감지부를 갖는 감지기의 개발이 필요하다⁷⁾.

NFPA 318에서는 Clean-room에는 10 μm 이하의 연기입자에 대해 0.03 %/ft이하의 농도에서 감지 가능한 공기흡입형 연기감지장치를 공기순환에 의해 연기가 희석되기 전 배기부에 설치토록 하고 있으며, 소방기술기준에 관한 규칙 제 85조 4항에는 전산실 또는 반도체 공장 등에는 공기흡입형 광전식감지기 설치를 규정하고 있으며, 응답특성은 가장 먼 Sampling 지점에서 감지부까지 120초 이내에 연기를 이송할 수 있는 공기흡입능력을 규정하고 있다⁸⁾⁹⁾.

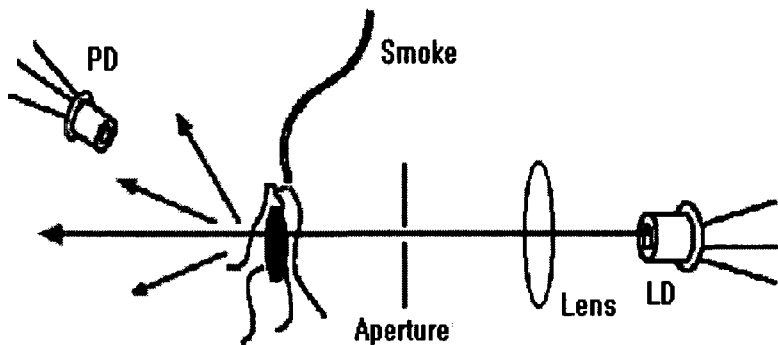


Fig. 5. Schematic Diagram of Detection tool used to Scattering.

6. 결 론

반도체 생산공정, 전산실, 박물관 등 공조설비에 의한 기류순환으로 화재감지기에 대한 영향평가에 대한 실험결과, 응답특성지연 해결 및 감지 가능한 연기농도 향상으로 인명 및 재산피해를 최소화시키기 위해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 기류순환이 있는 실내에서 화재발생시 천장에 설치된 Passive형 연기감지기는 화재가 60분간 지속되어도 화재를 감지하지 못하여 연소확대에 의한 유독성 가스와 부식성가스로 인하여 인명피해, 재산피해의 증가가 예상되었다.

- 2) 전산실, 반도체 생산공정 등에서는 기류에 영향을 받지 않고 방호공간의 공기를 흡입하여 화재를 감지할 수 있는 Active형 공기흡입형 광전식 연기감지기 설치를 위한 개발연구가 필요하다.
- 3) 공기흡입형 광전식 연기감지기 개발에 필요한 연기농도 분석 및 공기흡입배관을 통한 균등 공기흡입 기술을 정립하여 공기흡입형 광전식 연기감지기 개발에 필요한 기반을 확보하였다.

7. 참고문헌

1. E.G. Butcher and A.C. Parnell, Smoke control in fire safety design, E & F. N. SPON.,UK(1979)
2. 田中哮義, 建築火災安全工學入門, 日本建築센타,(1993)
3. Ray Schmid, "Telecommunications and e-Commerce", Fire Protection Engineering, 2001
4. Peter F. Johnson, "Very Early Smoke Detection for Computer and Telecommunications Industries", Fire Safety Journal, Vol. 14, 1988
5. ISO 7240-7-2002, Fire Detectors-Point Detectors using scattered light, transmitted light or ionization
6. 김영해, 센서첨단기술, 기전연구소(1998)
7. 노병옥, 센서공학, 동일출판사(1996)
8. W.Bolton, Mechatronics, Addison Wesley Longman Limited(1999)
9. Paul A. Lynn, Introductory Digital Signal Processing, John Willey & Sons Inc., (1998)
10. National Fire Alarm Code, NFPA 72(1993)
11. 행정자치부 고시 제 2001-19호, 감지기의 형식승인 및 검정기술기준 (2001. 10.16).