



Fire Smoke Detector의 인간공학적 설계로 비화재보 방지 설계기술



정규택
동방전자산업(주)
방재기기연구소 이사

1. 화재에 대하여

작년 대구지하철 화재사고로 수백 명의 선량한 시민들이 안타까운 목숨을 잃는 충격적인 사건이 있었다. 물론 이 사건뿐만 아니라 우리나라의 화재 역사를 보면 정말로 어이없는 사고가 많이 있었다. 그 이유는 법적인 문제와 더불어 관리상의 문제에 기인하는 요인이 대부분을 차지하고 있다.

법적으로는 대형 화재사고를 방지하기 위하여 정부에서는 여러 가지 법적인 제도를 운영하고 있지만, 이는 기술적인 문제들과 환경적인 요인들에 의하여 법을 지키기가 매우 어렵게 되어 있다.

그럼에도 불구하고 법적으로는 자동화재 탐지설비를 각 건물마다 설치하게 하여, 화재가 발생하면 자동으로 탐지하고 그 결과를 관리자에게 경종 또는 비상방송을 출력하여 대피하도록 함으로써 인명의 피해를 막고자 하는 노력을 하고 있다.

화재를 감지하는 센서는 연기와 온도 등을 감지하도록 설계되었는데, 환경적인 변화에 따라서 오동작(비화재보)이 많이 발생하고 있다. 따라서 관리자 또는 담당자들은 자동화재 탐지설비의 전원을 아예 꺼놓거나 정상 화재동작신호가 들어와도 대구지하철 사고처럼 대응을 전혀 안하고 무시하는 경향이 많아지고 있는 것이 사실이다.

2. 비화재보의 발생요인

비화재보의 발생은 여러 가지 원인들이 있으나 그 첫번째가 관리상의 방법에 기인하고 있다. 특히 연기화재감지기의 경우에는 아주 심하게 비화재보가 발생하고 있다. 이 문제는 우리나라뿐만 아니라 선진국에서도 많이 발생하며, 100%의 완벽한 처방은 없다.

비화재보의 내용을 유형별로 살펴보고 대응책과 신제품개발 내용에 대하여 설명하도록 하겠다.

〈표 1〉에서 화재 연기 감지기가 여러 가지 환경적인 요인들에 의하여 오동작을 일으키는 원인에 대하여 알아 보았다. 〈표 2〉는 연기화재감지기가 연기를 검출하는 입자 크기와 종류를 보여준다. 화재 연기 감지기의 종류에 따라서 검출하는 화재의 성질이 다를 수 있다.

〈표 1〉 비화재보의 원인

| 상 태 | 내 용 | |
|----------|--|------------|
| 비화재보의 원인 | 1. 담배, 음식 조리, 불장난, 모기향, 서류 소각 2. 배기가스, 석유난로, 가스난로, 숯불, 촛불 등 | 화재가 아닌 경우 |
| 빈발 장소 | 1. 소회의실, 주방 부근, 식당, 연회실, 호텔객실 2. 기숙사, 대기실, 공사장, 공장, 엘리베이터 전실 3. 옥내주차장, 지하상가 | |
| 비화재보 이유 | 1. 좁은 공간에서 다수가 깍연을 할 때 2. 연기 감지기 밑에서 담배를 피울 때 3. 주방에서 조리할 때 4. 음식점 등에서 숯불고기를 구울 때 | |
| 비화재보의 원인 | 1. 건축재료, 먼지, 시멘트 가루, 안개, 수증기 2. 벌레, 각종 스프레이, 살충제 살포 | 연기 이외의 미립자 |
| 빈발 장소 | 1. 출입문 부근, 복도, 방직공장 등 2. 건축 공사장 부근, 강변, 호수변 3. 기숙사, 여인숙, 창고 등 4. 욕실 부근, 부엌이나 다용도실 부근 | |
| 비화재보 이유 | 1. 신축건물은 완공 후 상당 기간 콘크리트나 페인트에서 방출된 가스 2. 건물 입구 부근의 감지기의 경우, 문 개폐시 들어오는 외부의 먼지 3. 감지기 속으로 들어간 미세한 벌레 4. 스프레이 종류에서 뿜어 나오는 안개 모양의 물질 5. 10 내지 50미크론의 안개 및 수증기 | |
| 비화재보의 원인 | 1. 부식성 가스, 전기적 노이즈 | 환경적 요인 |
| 비화재보 이유 | 1. 감지기 내부의 부품들은 부식성 가스에 의하여 고장이 발생할 수 있다. 2. 감지부가 부식되면 감지기의 감도가 변화한다. 3. 이온식의 경우 방사선 표면이 물기 또는 부식성 물질로 덮여 이온전류를 감소시킨다. 4. 연기감지기는 미세한 신호를 증폭하는 회로를 가지고 있기 때문에 전기적 충격에 약하다. | |

〈표 2〉 입자의 크기

| | 입자의 크기 | | | | | 단위(미크론) |
|---------------|----------------------|-------------------------|------------------|----------------|----|---------|
| | 0.001 | 0.01 | 0.1 | 1 | 10 | |
| 연기 감지기의 감도 범위 | 이온화식 연기 감지기 | | | | | |
| | 광전식 연기 감지기(산란광식) | | | | | |
| 석유외 담배의 연기 | 석유의 연소 | | | | | |
| | 담배의 연기 | | | | | |
| 천연 및 인공의 입자 | 가스분자 | 기름연기 | 먼지 | 김, 안개 | | |
| | 여과지 500도세 연소 | 공장의 매연 | 시멘트 가루 | 소독마, 스프레이 | 황사 | 꽃가루 |
| 입자의 정의 | 초미립자 | 현미경으로 보인다. <한외입자> | 현미경으로 보인다. <미립자> | 육안으로 보인다. <먼지> | | |
| | 화산운동을 하여 자연침강하지 않는다. | 등속운동을 하여 쉽게 자연침강하지 않는다. | 가속운동을 가지고 낙하한다. | | | |

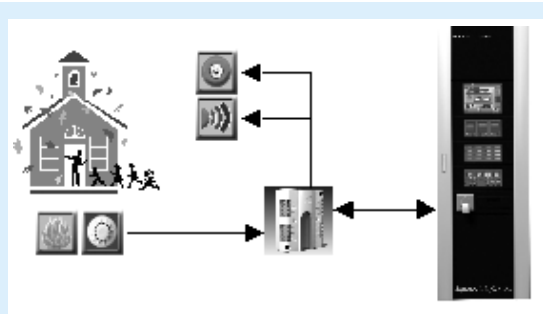
3. 비화재보란?

화재가 발생하지 않은 상태의 환경에서 특별한 이유 없이 화재감지기가 동작되는 경우를 비화재보라고 한다. 이러한 비화재보의 원인은 위에서 환경적인 것을 나열했지만 근본적으로는 관리자에게 많은 문제가 있음을 우리는 알아야 한다. 화재 연기 감지기는 구조상으로 먼지나 가스 등의 입자들이 감지기 내부로 들어가는 구조로 설계되어 있다. 왜냐하면 화재 발생시 연기입자를 검출하려면 검출하는 곳으로 연기를 받아들여야 하기 때문이다. 그런데 먼지 입자나 담배연기가 감지기의 암실에 들어오면 당연히 감지기는 화재로 인식을 할 수 있는 것이다.

또한 먼지 등의 입자는 암상자의 바닥에 많이 쌓이면 쌓일수록 비화재보를 자주 일으키게 된다. 따라서 관리자들은 주기적으로 화재감지기를 청소해야 하는데, 여러 가지 근무 여건상 거의 할 수 없는

것이 현실이다. 그러다 보니 화재감지기 설치 후 일 정기간이 경과하면 비화재보는 급속도로 증가하고, 관리자들은 감지기 청소를 해주는 것이 싫으니 가장 빠른 방법으로 자동화재 탐지설비의 전원을 끄는 것이다. 그러다가 결국에는 실제 화재 발생시 대형사고로 이어지게 된다.

4. 자동화재 탐지설비란?



[그림 1] 자동화재 탐지설비의 구성

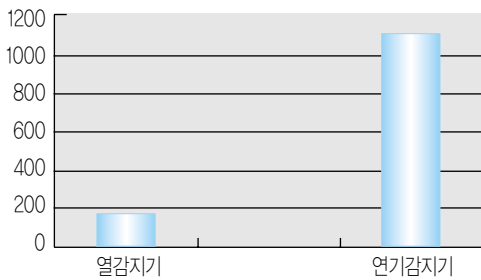
자동화재 탐지설비는 감지기, 중계기, 수신기로 구성되어 있다. 감지기는 화재를 검출하는 기능, 중계기는 검출된 화재 신호를 수신반에 전달하는 기능, 수신기는 전달 받은 신호를 프로그램된 순서에 의하여 처리하는 기능을 한다. [그림 1]처럼 화재가 발생하면 화재감지기가 화재를 검출하고, 중계기를 통하여 수신기에 전달되면 수신기는 경종출력을 중계기를 통하여 출력 장치에 전달하는 원리인 것이다.

이와 같이 수신기는 화재 또는 화재가 아닌 경우와 관계없이 화재감지기에서 보내온 신호를 100% 신뢰하여 처리할 뿐이다. 즉, 오동작을 방지하는 방법은

최초에 화재를 감지하는 화재감지기의 성능을 높여 주지 않으면 영원히 비화재보를 방지할 수가 없다.

5. 비화재보의 통계

〈표 3〉 비화재보 발생 현황



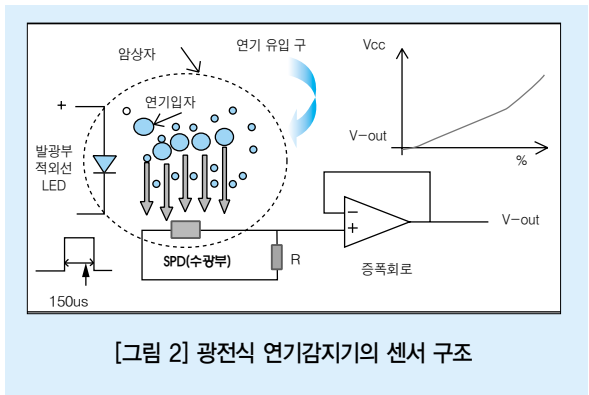
〈표 3〉과 같이 비화재보의 발생현황을 보면 열감지기보다 연기감지기가 약 5.5배 많은 것을 확인할 수 있다. 대부분의 경우에는 연기감지기가 비화재보를 많이 발생하지만, 이와 반대로 실제로 화재가 발생한 경우에는 연기감지기가 화재를 조기에 발견함으로써 사람의 생명을 지키는데 가장 큰 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

따라서 단순하게 비화재보를 많이 일으킨다는 이유로 연기감지기를 설치하지 않는다면, 더 큰 피해와 문제가 발생할 확률이 높다는 것을 명심해야 할 것이다. 그러므로 연기감지기의 기능을 향상시켜 비화재보를 감소시키고, 화재 시에는 동일하게 화재를 검출할 수 있는 기능을 확보해야 하는 것이다.

6. 광전식 감지기 동작원리

화재가 발생하여 연기유입구를 통해 연기입자가

암상자 내부로 들어오면, 발광부에서 출력된 적외선 LED의 불빛이 연기입자에 반사되고 그 반사된 출력의 빛은 SPD 수광부로 입력되어 전기에너지로 바뀌게 된다. 연기입자가 많아지면 출력전압이 증가하고 이 신호를 검출하여 화재신호를 알아내는 원리이다.

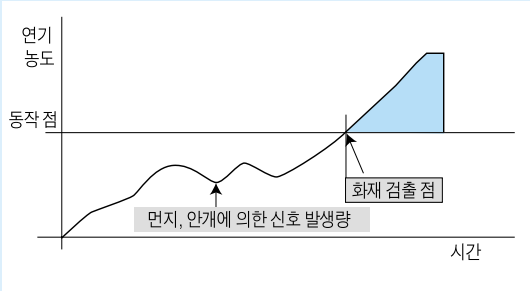


[그림 2] 광전식 연기감지기의 센서 구조

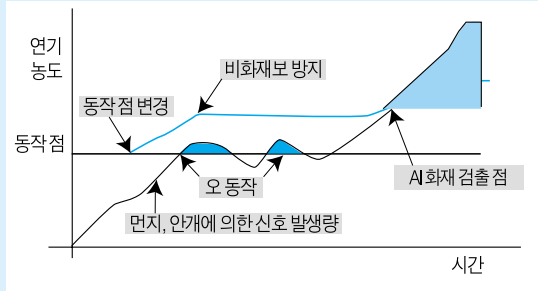
7. 화재감지기의 동작 특성

[그림 3]과 같이 대부분의 화재감지기의 동작점이 고정되어 있다. 때문에 화재가 아닌 먼지, 안개 등의 입자에 의하여 감지기의 감도출력이 [그림 3]과 같이 서서히 증가하는데, 동작점보다 낮은 레벨 일 때에는 감지기는 동작하지 않지만 경보레벨이 동작점과 같은 레벨 이상일 때에는 화재 경보를 발하게 된다.

따라서 기존의 화재감지기들은 현장에 설치된 후 일정기간이 지나면 한 두개의 감지기가 오동작을 하기 시작하여 어느 순간 이후부터는 대부분의



[그림 3] 기존 화재감지기 동작 특성



[그림 4] 비화재보 방지기술의 원리

감지기가 오동작을 하게 되므로 관리자를 어렵게 하는 것이다. 이때 감지기를 약 6개월~1년 사이에 주기적으로 청소를 해주어야 비화재보를 줄일 수 있다.

이러한 문제 외에 발생하는 비화재보에 대하여 관리자들은 대처방안이 특별히 없다. 예를 들어 안개가 봄철에 생긴다든지, 체류가스가 일정기간에 산발적인 장소에서 발생한다든지 하는 환경적인 문제에 대하여는 현재의 감지기로서는 도저히 감당해낼 방법이 없는 것이다.

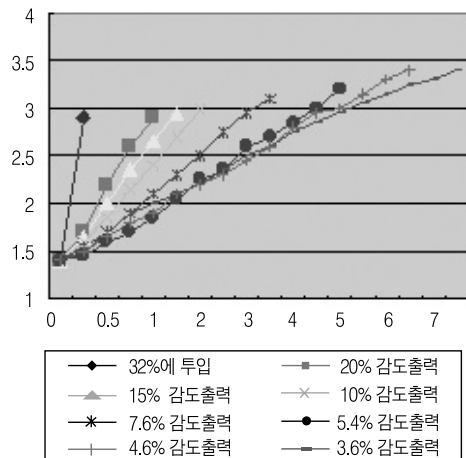
8. 비화재보 방지기능의 설명

[그림 4]의 기술은 발명특허 1995-030011에 등록되어 있다. 기술의 원리는 감지기의 감도출력이 변화하면 동작점의 레벨도 자동으로 변화하도록 하는 기술이다. 따라서 그림과 같이 먼지, 안개 등에 의하여 감도출력이 증가하면 기존 감지기의 경우에는 [그림 4]의 오동작 내용과 같이 감도출력이 동작점에 도달하면 감지기가 작동되나, 이 기술은 동작점이 스스로

변경되어 그림과 같이 비화재보를 방지하는 것이다.

또한 실제 화재 시에는 즉시 화재를 검출할 수 있도록 하여 빠른 시간에 대피하고 화재를 발견하여 즉시 소화할 수 있도록 한다.

9. 비화재보 방지 기술의 검증



[그림 5] 화재감지기 연기 시험결과 (%/min)

[그림 5]의 시험결과는 연기농도를 낮은 농도에서 높은 농도로 상승시킬 때 동작 특성의 변화이다. 이 시험결과에서 알 수 있는 것은 먼지 등과 같이 서서히 누적되어 발생하는 출력에 대하여 동작점의 레벨이 자동 조절되어 오동작(비화재보)을 방지하고, 화재 발생시와 같이 감도출력이 급격하게 변화하는 경우에는 30초 이내에 화재를 검출하는 시험 결과를 얻었다.

10. 맺음말

위의 시험결과, 환경변화에 따른 경보레벨의 자동설정은 비화재보를 방지하는데 있어서 아주 중요한 역할을 하며, 가장 저렴한 가격으로 응용할 수 있는 기술이다. 국내 또는 세계 소방 시장의 경쟁체제도 다른 분야와 마찬가지로, 가장 저렴한 제품을 선호하고 기술적으로도 가장 진보한 기능을 요구하고 있다. 위의 연구결과는 특허로 출원되어 있으며, 일본의 특허보다도 훨씬 더 진보적인 것임을 알 수가 있다.

비화재보 방지기술의 입증은 위의 시험결과에서 보듯이 감도출력이 연기농도에 의하여 변화할 때 순간 변화량의 조건에 따라서 동작시간이 변화한다. 만일 낮은 연기농도가 감지기에 유입되면 동작 시간이 늦어지고, 짙은 연기농도가 감지기에 유입되면

동작시간이 빨라진다. 따라서 이의 효과는 감지기가 설치된 환경의 조건과 상태에 따라서 스스로 동작점을 조절하는 기능을 가지며, 비화재보 방지분야에 있어서 아주 중요한 원천기술을 가지게 되는 것이다. 연구결과 연기감지기의 비화재보 방지기술은 상당한 효과를 거두고 있으며 이러한 결과는 회사의 A/S 사례를 통하여 확인할 수 있다.

연기감지기에 비화재보 방지기술을 넣기 전에는 출고 후 약 15% 정도의 전화문의 및 A/S요구가 발생하였으나, 비화재보 방지회로 삽입 이후에는 약 1% 미만의 전화문의 A/S요구가 발생하고 있으며, 화재 감지기도 약 20% 이상의 판매 증가를 보이고 있다.

화재감지기의 비화재보는 기술만으로는 한계가 있다. 언젠가는 먼지 누적 또는 부품의 노화 등으로 인하여 반드시 발생하게 되어있다. 그러므로 관리자의 관심과 노력만이 100% 신뢰할 수 있는 비화재보를 방지할 수 있다.

마지막으로 비화재보의 방지를 위하여 감지기에 오염통보 기능을 추가해야 한다. 관리자에게 화재 경보 전에 비화재보를 미리 알려서 청소를 해줄 수 있도록 하는 기술이 이미 개발되어 있지만 가격이 상승하는 이유로 실제 제품에는 적용되지 않는 아쉬움이 있다. ☺

참고 문헌

1. 소방방재신문, 자동 화재탐지설비의 비화재보에 관한 양케이트 조사결과 Jun 1999.
2. 최만형, 자동화재 탐지설비의 비화재보와 실보에 관한 고찰, 한국

- 화재학회지 4권2호, 동방전자 산업(주) Jun 1990.
3. 이복영, 박상태, 감지기 경년변화 성능 시험연구, 방재시험연구원 (FILK)