

# 연기감지기의 구조에 따른 특성의 차이와 적용

최 만 형 <동방전자산업(주) 대표이사>

## 1. 화재감지기의 기능

화재감지기는 문자 그대로 화재가 났을때 이를 조기에 알아내기 위해 만들어진 기구이다.

화재초기에 나타나는 여러가지 징후를 포착하여 큰 화재로 커질 수 있는 조짐이라고 판단했을때 화재신호를 발신하는것이 화재경보기 본연의 역할이다. 그러나 경제적, 기술적 여러가지 제약때문에 감지기 자체에 중후검출기능과 판단기능을 완벽하게 장착하지는 못했다.

인텔리전트형은 검출기능만 감지기에 담당시키고 판단기능은 수신제어기가 담당하도록 분할했으며, 재래(在來)형과 다신호(多信號)형은 중후검출기능과 신호선별기능(초보적 판단기능이라 할 수 있다)을 감지기에 장착시킨 것이다.

인텔리전트형에 있어서는 감지기가 높은 분해능력을 가지고 환경상황을 세밀하게 포착한 자료를 제어기로 보내고 제어기내의 전자계산기가 고도의 연산을 통하여 얻은 결과를 화재신호로 사용하기 때문에 상당히 높은 신뢰도를 가지고있다. 후자는 검출부의 출력이 미리 설정한 레벨을 초과하면 신호를 내보낸다.

다신호형은 설정한 레벨이 둘 이상이고 따라서 신호도 두가지 이상인 것을 말한다. 현재 보편적

으로 사용하고있는 감지기는 재래형이다. 재래형은 연기감지기의 경우 감지기마다 1, 2, 3종 세가지의 레벨중 한가지를 가지고 있으며 설정된 레벨보다 검출부의 출력, 즉 검출치가 낮으면 정상신호, 높으면 화재신호를 내보낸다. 실제로 화재나 아니냐를 상관하지않고 환경상태의 검출치가 얼마인가 하는 것에만 의존하고 있다. 여기서 말하는 검출치는 감지기의 검출원리와 구조에 따라 큰 차이가 있다는 것을 간과해서는 안된다. 바꾸어 말하면 감지기의 종류를 잘못 선택하면 문제의 원인이 된다는 것이다.

이제부터 말하고자 하는 것은 검출방법과 구조에 따라 각기 특성에 차이가 있고 적용 방법에도 이를 반영해야 감지기의 효용가치를 높일 수 있다는 내용이다.

## 2. 연기의 성상

화재초기의 징후로는 연기, 가스, 열, 광선 등이 있다. 인간이 생활하는 일상환경에는 화재아닌 평상시에도 연기나 열, 광선 같은 것이 존재하기 때문에 그 속에서 화재시에만 발생하는 징후로서의 연기나 열을 구별해서 검출한다는 것, 그것도 화재가 커지기전 아주 초기에 포착한다는 것은 어려운 일이라고 할 것이다.

그중 특히 연기는 구별하기 어

렵다. 물건이 탈때 나오는 연소생성물은 물질에 따라 상이하고 타는 양상에 따라서도 달라진다. 고분자화합물질이 타면 뭉치같은 검정이 많이 나오고 섬유물질이 燃燒하면 회색의 증기같은 연기가 많이 나온다. 대개 화재초기는 空氣支配型연소라고 볼 수 있으나 소파나 이불에 담배불이 떨어져 속으로 타들어가는 경우 연료지배형이 될 수도 있다. 전자의 경우 완전연소로 말미암아 섬유물질의 경우 검정이 거의없는 연회색의 연기, 즉 粒子크기가 아주 작은 연기만 나올 수 있으며 후자의 경우 상대적으로 입자크기가 큰 연기가 나오기 쉽다.

연기란 연소시에 탄소를 함유한 물질이 고온으로 분해하여 중발함으로써 생기는 고체나 액체의 미립자로 된 에어로졸(煙霧質)을 말한다.

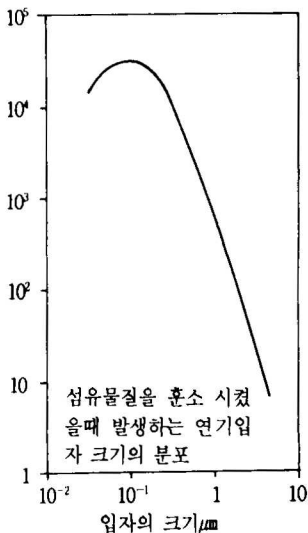
그 입자들은 단순한 구형으로부터 여러입자가 연쇄적으로 집합한 구름모양을 한 것까지 있으며, 그 크기도 직경 0.5nm(나노미터)로부터 큰 것은 10 $\mu$ m(미크론)에 이르기까지 다양하게 분포하고 있다.

입자의 색상도 흑체에 가까운 검정색으로부터 밝은 회색에 이르기까지 다양하다. 생성할 때부터 큰 덩어리로 된 입자도 있지만 생성시에는 작은 입자일지라도 공기중에 부유(浮遊)하면서 브라운운

동(Brownian motion)을 지속하다가 서로 충돌 결합하여 점점 큰 입자로 성장하는 것이 보통이다.  $10\mu\text{m}$  이상의 크기를 가진 입자는 브라운운동에 의한 반발력보다 중량이 더 커져서 서서히 낙하하게된다. 같은 양의 연료가 타서 생기는 연기의 질량은 같다는 전제하에 연소의 양상에 따라 입자가 큰 것이 많을 때는 입자의 수가 적고, 입자가 작은 것이 많을 때는 입자의 수가 많아진다.

연기의 양이 지정된 양 이상이 되었을때 화재경보를 발하는 재래의 연기감지기는 한 장소에서 단위시간당 일정량 이상의 연료가 연소할 때를 화재로 본다는 의미를 가지고있다.

$$\frac{dn}{dx}(\text{cm}^{-3}/\mu\text{m}^{-1})$$



<그림 1> 입자의 크기 분포 (예)

같은 연소량일지라도 연소조건에 따라서 작은 입자가 많은 경우도 있고 큰 입자가 많은 경우도 있다는 말이 된다. 섬유물질을 혼소시켰을때에 발생하는 연기의 입자크기의 분포를 <그림 1>에 예시한다.

담배의 연기도 혼소상태에서 발생하기 때문에 아마 이것과 흡사한 양상을 하고있을 것이다.

일상생활에서 흔히 연소상태로 사용하는 것이 담배이외에도 석유콘로, 석유난로, 가스콘로, 가스난로 등 의외로 많다. 이들은 완전연소를 하기 때문에 눈에 보이는 연기는 없지만 연소생성물은 다량으로 발생하고 있다. 다만 입자의 크기가 너무 작아서 눈에 보이지 않을 뿐이다.

연기의 성상과 입자의 크기에 대해서 상세히 설명하는 이유는 감지기의 탐지원리가 바로 공기중에 부유하고 있는 입자를 검출하는 것이니까 꼭 한번 짚고 넘어가야 하기 때문이다.

### 3. 연기감지기의 감지원리

현재 보급되고있는 스포트형 연기감지기는 검출원리에 따라 이온화식과 광전식으로 대별한다.

스포츠형이라고 전체한 이유는 광전식의 경우 스포트형과 분리형 또는 샘플링형 등이 있고, 원리도 산란광식과 감광식으로 달라지기

때문이다.

앞으로 광전식은 산란광식만 대상으로 한다.

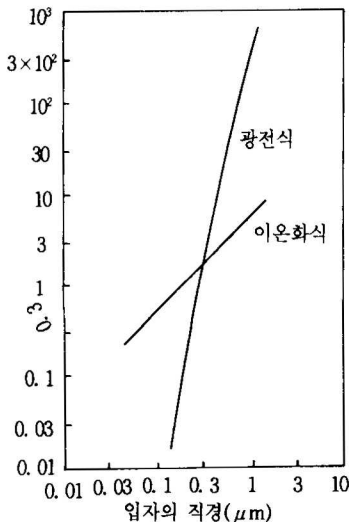
이온화식은 이렇그대로 공기를 이온화하고 그 이온이 전하를 운반하므로 미세하지만 공기속을 전류가 흐르게 하고 그 공간에 미립자가 들어가면 이온을 흡착하여 전하를 뺏기때문에 흐르던 전류가 감소하는것을 검출하는 것이 그 원리이다. 여기서 전류가 감소하는 비율은 침입한 입자의 표면에 잡히는 이온의 양에 비례하기 때문에 검출유효공간에 들어온 미립자의 표면적의 합계가 얼마인가가 척도가 된다.

표면적의 합계는 같은 분량의 연료가 연소했을때 입자의 평균크기가 작을수록 넓다. 직경이 두배가 되면 체적은 8배가 되지만 표면적은 4배가 되므로 같은 질량의 연기라면 크기가 작은 입자로 된 것이 표면적이 더 넓은 것이다. 다시말하면 이온화식 연기감지기는 작은 입자쪽에 감도가 치우쳐 있다. 그러나 연기의 색상에 대해서는 영향을 받지 않는다는 것은 충분히 짐작할 수 있을 것이다.

한편 광전식 감지기는 암실속에 940nm의 중심파장을 가진 적외선을 투사해 물체를 투입하면 그 물체가 다시 광선을 받아 반사하는 광선이 들어갈 수 있는 위치에 수광소자를 설치한 구조를 가지고 있다. 이 암실에 연기가 들어가면

연기입자가 적외선을 받아 입자의 형상에 따라 여러모양으로 광선을 반사하게 된다. 이렇게 불규칙하게 반사한 광선을 산란광(散亂光)이라고 한다. 산란광이 가장 효과적으로 나오는 조건은 쪼여주는 광선의 파장(波長)과 입자의 크기가 같아질 때이고 또 입자의 색이 밝은 색인 경우이다. 직경  $0.94\mu\text{m}$ 의 입자크기를 전후해서 감도가 극대치를 이루고 그보다 작은 입자에 대해서는 감도가 급격하게 떨어진다. 큰 입자에 대해서도 감도는 완만하게 떨어진다. 광선의 파장보다 훨씬 큰 구름모양의 입자는 광선을 반사도 하지만 흡수하기도 쉽고 파장보다 훨씬 작은 입자는 광선이 투과해 버리고 반사하지 못하기 때문이다.

감지기의 감도 ( $\mu\text{Vcm}^2$ )



<그림 2> 연기입자크기와 감도와의 관계

#### 4. 감지기선정과 유지관리

이온화식과 광전식감지기에 있어서 연기입자의 크기와 감도와의 관계를 <그림2>에 예시한다. 일정한 수량농도에서 감지기의 출력이 입자의 크기에 따라 어떻게 달라지는가를 보여주고있다.

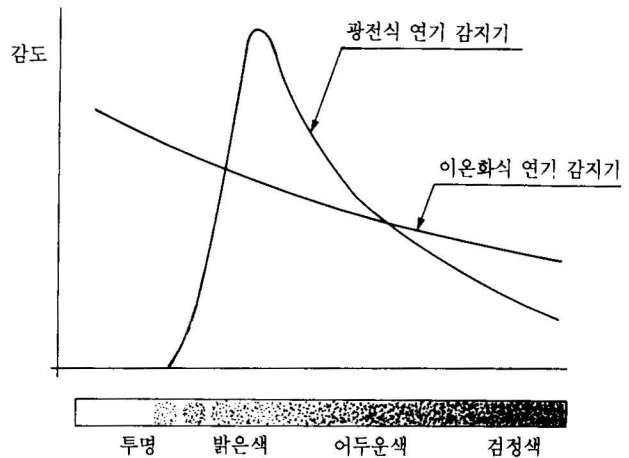
이온화식과 광전식은 직경  $0.3\mu\text{m}$ 을 경계로 차이가 크게 벌어지고 있다.

보통의 광학식 현미경으로 볼 수 있는 입자의 크기는  $0.1\mu\text{m}$  정도 이니까 농도가 대단하지 않는 한  $0.3\mu\text{m}$ 이하의 입자만으로 된 연기는 육안으로 식별하기 곤란하다. 즉 같은 감도레벨로 조정된 감지기일지라도 이온화식은 작동하는데 광전식은 전혀 응답하지 않는

경우가 있고 반대로 광전식은 작동하는데 이온화식은 응답하지 않는 경우도 생기는 것이다.

육안으로 봤을 때의 연기의 농도에 따른 감도의 변화를 <그림 3>에 제시한다. 실제의 감도분포를 파악하는데 도움이 될 것으로 믿는다.

참고로 각종 물체가 연소할때 생기는 연기와 자연에 존재하는 입자류, 그리고 인공적으로 발생하는 각종 입자류의 크기분포에 관한 자료를 <그림4>에 소개한다. 이것을 보면 연쇄상가나 지하상가 등 중앙난방이 되어있지않은 곳은 난방기구에서 방출하는 눈에 보이지않는 연기가 항시 체류하고 있을 가능성이 높으므로 이온화식은 피하는것이 유리하다는 것을



<그림 3> 연기색상과 감도와의 관계

알 수 있다. 일반 사무실이나 침실, 클린룸 등 비교적 환경이 깨끗하고 인명피해가 예상되는 장소에는 화재초기에 감도가 높은 이온화식을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 창고, 작업장, 계단실, 복도 등 화재초기의 연기입자가 클 것이 예상되는 장소에는 광전식이 바람직하다.

가연물에 따라서도 구별해야 한다. 알콜을 저장하고있는 장소에는 이온화식이 필수적이다. 알콜류는 연소하더라도 연기가 눈에 보이지 않기 때문이다.

감지기종류의 선택에서 간과해서는 안될 요소중의 하나가 감지기오염에 의한 영향이다. 연기감지기는 원리상 검출부가 외기에 노출될 수 밖에 없다. 따라서 공기 (signal To대 noise의 비)가 중의 부유물이 감지부에 부착하든가 침전 축적되기도 한다. 이온화식의 경우는 아메리슘의 표면이 오염물질로 덮어지면 방사선이 감소하기 때문에 결과적으로 S/N比가 열화하고 또 상시출력 레벨도 상승하여 상대적으로 감도가 올라가는 결과를 가져온다.

광전식의 경우는 발광소자와 수광소자의 표면이 오염되면 광속이 감소하고 수광소자의 입력도 감소한다. 결국 검출감도의 저하를 초래하기 때문에 정해진 연기농도에서 작동을 하지않게 된다. 즉 失報를 초래하게 된다.

〈그림 4〉 연감지기의 작동에 관여하는 입자의 크기

입자의 크기 (μm)	0.001	0.01	0.1	1	10	100
나왕목재 불꽃연소		—	—	—	—	—
합섬류 불꽃연소	—	—	—	—	—	—
종이류의 불꽃연소		—	—	—	—	—
목재류의 훈소		—	—	—	—	—
PVC전선의 훈소			—	—	—	—
석유의 연기		—	—	—	—	—
담배의 연기		—	—	—	—	—
가스분자	—	—	—	—	—	—
구름				—	—	—
시멘트가루					—	—
스프레이				—	—	—
수중기와 안개					—	—
기름연기		—	—	—	—	—
종이류의 훈소		—	—	—	—	—

광전식은 이온화식에 비교할 수 없을 만큼 높은 증폭률을 가지고 있는 점도 구조상의 특징이라고 할 수 있다. 바꾸어 말하면 같은 크기의 전기적 자극이 들어오더라도 광전식만 반응하여 오작동을 일으킬 수 있다는 말이다. 이것도 구별해야할 요소의 하나이다.

연기감지기는 정기적으로 클리닝해서 재사용해야 기능을 온전히 발휘할 수 있다. 실제로 외국에서는 연기감지기를 클리닝해주는 업종이 있다고 한다. 건물관리자로부터 의뢰를 받으면 클리닝하고자 하는 감지기대신 대체품을 설치하고 감지기를 수거하여 초음파세척기에 넣어서 클리닝한후 건조기에 넣어서 건조시키고 성능검사를 하여 합격하면 언제 누가 클리닝했다는 표지를 첨부해서 원래의 위치

치로 되돌려 놓는다고 한다. 대개 2-3년마다 한번씩 클리닝하는 것을 권장하고 있다.

전기적 노이즈에 대한 대책은 메이커마다 나름대로 대책을 강구하고 있으나 대책의 강도에는 상당히 큰 차이가 있다. 전자 부품의 선택에서부터 회로의 구성도 다르지만 전자기적 차폐(電磁氣的 遮蔽)의 방법에 큰 차이가 있다. 얼마나 효과적으로 실시했는가에 따라 노이즈에 의한 오동작의 가능성이 좌우된다.

이 글이 화재감지기의 기능을 최대한 살릴 수 있고 오보(非火災報)를 극소화시키며 실보를 전혀 없애는 일에 조금이라도 공헌하기를 바라는 마음 간절하다. ☹