

## 自動火災探知設備의 非火災報와 失報에 관한 考察

崔 晚 炯\*  
Choi, Man Hyong

### 머릿말

사람이 화재를 식별하고 방재활동을 하기위해서 사람의 감각과 지능이 총동원 되는 것이 보통이 즉 눈으로 연기나 불꽃을 보고 귀로 연소시에 발생하는 독특한 소리를 듣고 코로 물질이 타는 냄새를 맡고 머리속에서 그런 정보들을 종합하고 자신의 경험과 지식을 대비하면서 평가하고 판단한 이일을 기계가 대신하려면 지능이 부여된 인텔리전트시스템이 아니고서는 거의 불가능하다.

그러나 현재 보급되고 사용중인 소위 화재감지기 화재시에 발생하는 물리현상이나, 화재시에 생성되는 연소생성물을 검출하여 그 분량이 미리 정한 양을 초과하면 경보를 발하도록 구성되어 있기 때문에 그것이 설치된 장소에 어떤 원인으로 인하여 작동원리에 적용하는 물리적현상이나 물질이 존재하게 되면 화재가 아닌데도 불구하고 경보를 발할수 밖에 없는 한계성을 본질적으로 가지고 있다.

화재가 아닌데도 불구하고 발보하는 화재경보를 우리는 비화재보(非火災報)라고 정의하며 화재인데 발보하지 않는 경우를 실보(失報)라고 정의한

우리나라에서는 불행히도 비화재보와 실보에 대해 전문적으로 조사하고 연구한 자료가 없지만 그러나 미국에서는 많은 기관이 조사자료와 연구결과를 발표하고 있으며 원인분석과 동시에 비화재

보의 감소를 위한 구체적인 대책을 제안하고 있다.

우리나라의 비화재보 및 실보의 현황은 상당히 심각한 수준인것 같다. 건물관리자들중 상당수가 비화재보 때문에 어려움이 많다고 지적하고 있으며 전문적 방화관리자를 두지 못하고있는 소규모건물들 중에는 자동화재탐지설비의 경보출력을 평소에 아예 차단해버리고 사용하지 않는 경우가 있다.

상당한 자금을 투입하여 시설한 자동화재탐지설비를 사장(死藏)시키지 않고 비상시에 유효하게 사용하기 위해서 이문제에 대하여 과학적인 접근을 시도하고자 한다.

현재 사용중인 자동화재탐지설비의 기술기준과 규격은 내무부령인 소방용기계기구등의 규격 및 검정에 규칙으로 규정되어 있다. 이 규격서의 원전(原典)은 일본의 "消防檢定關係法規"이다. 그중에서 자탐설비에 관한 규격은 감지기와 수신기 각각 따로 기술상의 규격을 정하는 성령(省令)으로 고시되어 있다. 약 10년전 까지만 해도 우리나라의 법령과 같이 다른 기기류의 규격과 함께 한개의 법령으로 묶여 있었다. 규격을 기기별로 세분화 하게된것은 기술의 발달에 따라 기기의 종류와 기능이 다양해 졌기 때문에 따로 독립적으로 규격화할 필요가 생겼기 때문이다. 미국에서 보편적으로 통용되는 소방용 기계기구의 표준규격은 UL Standard이다. 여기서는 기기마다 개별적인 표준규격을 두고 있다. 이들 두나라 규격의 근본적 차이점은 감지기의 감도에 관한 기준이다. 일본것은 감도의 고저(高低)에 따라 1, 2, 3, 특종(種) 등 단계를 두었으며

\*會長, 東方電子産業(株) 代表理事

한개의 감지기는 그중 한개의 감도만 가질 수 있는 반면 미국의 것은 감도의 최소 및 최대치를 규정하고 그 범위안에서 감지기속에 내장한 스위치를 조작하여 복수의 감도를 선택할 수 있게 허용하고 있는 점이다.

최근 일본도 다신호식(多信號式)을 수용(受容)하여 규격화 했고 그것에 힘입어 다신호식 감지기 뿐만 아니라 그 규격을 원용(遠用)하여 아날로그식 감지기 까지 출현했다. 아날로그식 감지기가 있어야 인텔리전트형 시스템을 구성할 수 있다는 점에서 높이 평가할만 하다.

서두에 감지기의 표준규격에 언급한 이유는 현행 규격이 비화재보의 감소에 상당한 역작용(逆作用)을 하고 있다고 보기 때문이다. 즉 감지기가 화재인지 아닌지를 판단하는 기준이 단 하나뿐 이라는 것이 문제가 된다. 표준규격과 함께 문제가 되는 것은 어떤 장소에는 무슨식(式)의 또 무슨 종(種)의 감지기를 사용해야 한다라고 규정한 "소방시설의 설치, 유지 및 위험물제조소등 시설의 기준등에 관한 규칙"의 일부분도 비화재보의 감소에는 장애요인이 되고 있다. 왜냐하면 방호대상공간 이란것이 다양해서 법규로는 그 다양성을 모두 포괄할 수가 없는데도 불구하고 포괄적으로 기준을 제시하고 있기 때문이다.

이와같은 표준사양을 가진 자탐설비를 실제건물에 적용하는 과정에도 문제가 있다. 위에 말한바와 같이 극히 제한된 기능을 가진 자탐설비 일지라도 기능의 한계를 이해하고 특징을 활용하여 현장에 적용한다면 현재보다는 개선될 수 있는 소지가 있다. 즉 건물설계과정이나 시공과정이나 운용과정에서 자탐설비기기의 성능을 최대로 끌어내기 위한 기술력을 발휘하면 더 개선될 여지가 있다는 말이다. 원래 시스템이란 하드웨어만으로는 총체적 성능이 발휘되지 않는다. 소프트웨어라고 할 수 있는 응용기술이 부가되어야만 최대의 성능을 발휘할 수 있다. 이러한 시각에서 특히 지적할 수 있는 점은 기기의 선택과 적용의 선택 설치방법의 선택과 운용방법의 선택이라는 일련의 방침결정과정에는 목적의 통일성과 논리의 일관성이 요구된다는 것이다. 일관된 방침이 없고 기능요소(機能要素)들이 토막으로 분산된 시스템에서 높은 성능을

기대할수는 없으며 비화재보가 다발(多發)하고 있는 이유의 상당부분 여기에 있다.

현재 사용되고 있는 자탐설비의 기기들이 비록 규격상 수준이 낮고 기능에 제한이 있고 제품으로 볼 때 신뢰성이 떨어진다고 하더라도 응용과 사용의 미숙도 일부 원인이 되어 원래 의도된 성능을 만족하게 발휘하지 못하고 있다는 것을 부정하기는 어렵다.

다시말하면 기기 하나 하나에 대한 완벽한 이해가 안되고 있다는 점과, 범규만 준수하면 결과적으로 가장 안전하다는 입장(책임은 법에 있다)에서 법적요구의 충족을 최우선으로 하는 관행(慣行), 이 두가지가 상승작용을 해서 결국 "자탐설비는 원래가 그런것이다"라고 체념해 버리는 결과를 초래했다고 생각한다.

상당한 자금을 투자해서 설비불한 건물소유주마저 "자탐설비는 있으나 마나 한것이고 법이 하라고 하니 어쩔 수 없이 한 것이라"라고 잘못 인식하고 있는것이 개선이 안되는 또 한가지 저해요소이다.

어떤 기기든 상품인 이상 경제성과 효용성을 타협해서 성능수준이 결정된다. 자유시장경제체제의 원리상 가격경쟁력을 유지하기 위해 효용성을 희생하지 않는 범위에서 원가를 낮추어야 하는데 만일 그 제품의 규격이 법으로 규제되어 있으면 그 상품의 성능은 그 규격에 합격할 수 있는 아슬아슬한 수준이 될 것이다. 물론 고성능을 요구하는 수요자가 없지는 않겠지만 그런 수요자는 소수에 불과할 것이다. 실제로 법적요구를 우선 만족시키고 더하여 임의로 고성능의 기기를 설비하고 있는 예가 약간 있다.

또 현행 기기만 가지고 별 어려움없이 운용하고 있는 건물도 많다. 이들은 설치된 현장의 미묘한 조건이나 특징등을 잘 이해해서 감지기의 종류를 바꾼다든지 취부위치를 변경한다든지 하는 기술력을 발휘하여 꾸준히 개선해온 결과이다.

한편 적용과정과 운용과정에서 관계인들의 기술력에 의존하지 않고 하드웨어적으로 자탐설비의 화재정보에 높은 신뢰도를 부여한 시스템이 개발되었다. 인텔리전트시스템 이라고 불리워지고 있는데 인공지능을 가진 시스템이라는 뜻으로 부쳐진 것인

내용을 보면 재래의 방식과 근본적으로 방식이  
기하다. 즉 재래식에서는 감지기가 환경상황의  
출기능과 또 화재여부에 대한 판단기능을 함께  
진데 반해 인텔리전트식에서는 감지기는 검출기  
간 가지고 환경상태를 정보화(情報化)하여 연속  
으로 수신기로 전송(傳送)하고 수신기가 그 정보  
수신한후 고도의 정보처리(情報處理)과정을  
쳐서 신뢰성높은 정보로 변환한다음 경보신호로  
용하는 방식이다. 환경정보요소(環境情報要素)  
온도, 연기, 가스, 광선 등인데 한가지 또는 여러  
지 요소를 필요에 따라 결합하여 사용한다. 정보  
리는 절대치비교(絶對値比較), 변화율(變化率)  
교, 논리계산(論理計算), 시한처리(時限處理) 등이  
엑스퍼트씨스템(Expert system)의 원리를 이용  
여 전문인의 기술력을 소프트웨어화 하여 내장시  
다고 이해하면 될것이다.

인텔리전트씨스템은 자세하고 충분한 량의 정보  
토대로 전문인과 같은 수준의 기술력을 가지고  
황을 판단하게 할 수 있으므로 운전, 유지, 보수  
(修) 등 모든 분야에 위력을 발휘하지만 특히  
화재보와 실보를 제거하는데 크게 기여한다.  
으로 자담설비는 대부분 인텔리전트씨스템으로  
체(改替)될 것으로 믿는다. 이것도 비화재보대책  
일환이기 때문에 끝까지 상세히 적기로 한

이하 비화재보에 관해 구체적으로 원인을 살펴보  
그에대한 대책을 제시한다.

#### 화재감지기의 비화재보의 발생원인

현재 보급되고 있는 화재감지기류는 기획단계에  
부터 법규의 경제성과의 타협때문에 성능상의  
생을 감수한채 제품화 되었다는 것은 이미 언급  
였다. 그 결과 정온식, 차동식, 이온화식, 광전식  
으로 분류되었고 1, 2, 3 및 특종 등으로 나누어  
다. 그 외에 스폿트형, 분포형 등으로 구분하고  
다. 위에 열거한 분류만 가지고도 조합하면 상당  
많은 종류가 되고 그것들을 적정하게 선택적용  
다는 것은 쉽지 않음을 직감하게 될 것이다. 실제  
비화재보의 원인에 관한 통계자료에 의하면  
지기 선택의 오류(誤謬)로 인한것이 큰비중을

차지하고 있다.

이하 일본화재학회지에 게재되었던 연기감지기  
에 관한 비화재보의 원인을 다룬 논설과 또 미국의  
NFPA가 발간하는 Fire Journal지에 실렸던 화재감  
지기의 비화재보에 관한 기사를 참고하고 필자의  
경험을 요약해서 표를 구성하여 제시한다.

감지기의 종류별로 비화재보의 발생빈도를 조사  
한 데이터를 표2와 표3에 소개한다.

위의 표에 대해 몇가지 보충설명이 필요하다.

일반적인 상품은 제품기획단계에서 목표신뢰도  
를 설정하게 되는데 경제성 때문에 신뢰도를 10  
0으로 할 수 없으며 따라서 어느정도의 고장은  
감수한다는 것을 전제로 하고 있다. UL에서는 단독  
기기인 경우 예상고장율을 100만시간당 3.5내지  
4.0(계산방식에 따라 선택한다)로 할것을 요구하고  
있다. UL외에는 신뢰도에 관한 규정을 두고있는  
제품규격은 없는것 같다. 형식검정에서 노화시험을  
실시하는것은 신뢰도 확인의 한 수단이지만 UL  
에서도 하고 있다.

사용중인 감지기는 사용시간에 비례해서 고장나  
서 못쓰게되는 감지기의 수량도 많아지며 그것을  
누적시키지 않기 위해 6개월 마다 성능을 점검하도  
록 법으로 규정하고 있다. 제품의 신뢰도 부족분을  
점점으로 보완하여 종합적 신뢰도를 제고(提高)  
하자는 취지이다. 신뢰도에 관해서는 뒤에 다시  
언급하겠다.

또 시공상의 미비는 준공검사시에 철저한 검사로  
보완해야 하지만 보다 더 바람직한 방법은 공정  
(工程) 사이에 중간검사를 실시하는 것이다.

설치장소에 따른 자료와 발생시간에 관한 자료  
등은 원인을 규명하는데 많은것을 제공하지만 그것  
들을 평가한 결과만 표에 기재한다.

요약하면 감지기자체도 문제가 있고, 설치한  
상태도 문제가 있으며, 그것이 설치된 환경도 문제  
가 있고, 시설을 유지 운용하는 방법에도 문제가  
있어서 비화재보의 다발(多發)이라는 결과가 나왔  
다는 것이다. 다시 말하면 씨스템을 씨스템으로  
총체적으로 취급하지않고 분업적으로 업무를 분산  
시켜 버린것이 원인이라는 결론에 도달한다. 비화  
재보에 관한한 씨스템적인 접근을 하지 않으면  
개선은 어렵다. 현재 관행되고 있는 분업상태를

표1. 연기감지기의 비화재보의 주요발생원인

원인	비화재보의 근원	비화재보 발생이유와 빈발장소	관련 규정
화재 이외의 연기	담배, 음식조리, 불장난, 모기향, 서류 소각, 배기가스, 석유난로, 개스난로, 숯불, 촛불 등	좁은 공간에 다수인이 켜연을 할때, 연기감지기 바로 밑에서 담배를 피울때, 조리실의 연기가 출입문을 타고 유출하여 근처의 감지기에 도달했을 때, 연기감지기의 규격에는 부동작범위가 규정되어 있음. 눈에 보이지 않는 연기에도 이온화식 연기감지기는 작동한다. 내연기관에서 배출하는 배기, 인공이 없는 연소형 난방기구, 불고기용 숯불, 장식용 촛불 등도 이온화식 연기감지기를 작동시킨다.  빈발장소: 소회의실, 주방부근의 복도 및 식당, 연회실, 호텔객실, 기숙사, 대기실, 공사장, 육내주차장, 치과가공실, 지하상가 등	연기감지기의 규격에는 부동작범위가 규정되어 있음.  광전식 : 1종 2.5% 2종 5.0% 3종 7.5% 이온화식 : 1종 0.12 2종 0.16 3종 0.18
연기 이외의 미립자	건축재료 먼지, 시멘트가루의 벌레, 각종 스프레이, 살충제 살포 등 안개, 수증기	신축건물은 완공후 상당기간 콘크리트나 페인트에서 가스를 방출한다. 이 가스는 미립자(微粒子)를 동반하고 있어서 감지기가 잘 감응한다. 먼지종류는 감지기를 용이하게 작동시킨다. 건물입구 부근의 감지기는 문을 개폐할때 외부의 먼지가 침입하는 경우가 있다. 공조설비가 없는 건물은 하절기에 창문을 열어두는 경우가 많으므로 미세한 벌레가 들어와서 감지기속으로 침입하여 작동시키는 수가 있다. 스프레이 종류에서 뿜어 나오는 안개모양의 물질은 미립자로 되어 있다. 이 입자들은 감지기의 감도 스펙트럼에 잘 합치한다. 안개는 물의 미립자로 그 크기는 10내지 50미크론이다. 수증기도 안개와 비슷하다. 이만한 크기의 미립자는 감지기의 작동대상(對象)이다.  빈발장소 : 먼지            출입문부근, 복도, 방직공장 등 시멘트가루    건축공사장부근 벌레            기숙사, 여인숙의 복도 등 안개            강변, 호수변 등 수증기         욕실부근, 부엌이나 다용도실 부근	분진에 대한 시험항목이 있다. 이 시험에는 시멘트 가루를 사용한다.
환경적 요인	부식성가스	연기감지기는 구조상 감지기 내부에 부식되기 쉬운 전자부품을 많이 쓰고 있다. 또 고감도의 회로를 채택하고 있어서 부식되면 오작동(誤作動)할 수 있다. 또 감지부(感知部)가 부식되면 역시 감도가 변화한다. 산란광식(散亂光式)인 경우 부식생성물 가루가 광선을 반사하는 경우가 있고 이온화식에서는 방사성동위원소의 표면이 부식생성물로 덮혀 이온전류(電流)가 감소하는 경우가 있다.	보통형 감지기의 내식 시험은 아황산가스의 분위기속에 4-10일간 방치했다가 기능을 검사하는 시험을 한다.
	전기적 노이즈 (電磁氣誘導, 電波, 衝擊波 등)	연기감지기는 미소한 신호를 증폭하는 회로를 가지고 있으므로 전기적 충격을 받으면 작동하는 경우가 있다. 예컨데 감지기의 전선로(電線路)와 강전(強電)전선로를 길게 병행하여 포설하든지 또는 전력차단기 부근에 감지기를 설치한 경우 등에 차단기의 작동시 감지기가 작동할 수가 있다.  빈발장소: 통신기기실, 변전소, 엘리베이터 기계실, 낙뢰가 많은 지역 등	충격전압 인가시험을 하여 오동작하지 않는 것을 확인한다.
	환경 부유물에 의한 센서의 오염	건축재료나 내장재료 등에서 방출되는 점착성(粘着性)부유물이나 담배의 진 등이 장기간 센서에 부착하여 감지기의 감도를 변화시킨다.  빈발장소: 신축후 1-2년 정도의 건물 내부, 평소에 혼탁한 장소 등	법적 규제 없음.

감지기의 고장	부품의 고장	감지기는 많은 정밀부품으로 구성되어 있고 감시와 신호발생에 직접 관련된 부품에 고장이 생기면 오신호를 발할수 있다. 이 경우는 고장이지만 넓은 의미로는 비화재보이다. 이 경우는 복구가 되지 않는다.	법적 규제 없음. 감지기를 구성하는 부품의 신뢰도로 부터 감지기의 신뢰도를 산출할 수 있다.
배선의 고장	감지기 배선의 접지, 단락 또는 절연 불량	공사완료시점에서 충분한 검사를 하지않고 운영을 시작하면 조인트박스에 전선이 헐착된채로 있는 것을 모르고 지나거나, 테이핑부분이 함에 압착된 상태가 오래 지속되면 접지나 절연불량 등을 일으켜 오보(誤報)의 원인이 된다. 이때는 오보가 지속되지만 때로는 간헐적(間歇的)으로 발생할 수도 있다.	전기공작물규정에 시공에 관한 규정이 있다.

표2. 감지기 종류별 비화재보 발생상황(일본)

종 류	설치개수	발생개수	발생률(%)
정온식스포츠형	36,371	411	1.1
차동식스포츠형	120,561	553	0.5
차동식분포형	6,988	82	1.2
소 계	163,920	1,046	0.6
이온화식	87,590	5,656	6.5
광전식	10,651	767	7.2
소 계	98,232	6,423	6.5
총 계	262,152	7,469	2.9

감응하는 대상물인 미립자의 입자크기의 분포와 입자의 성상 즉 색깔과 입자의 구조에 따라 감지기의 감도가 엄청나게 달라진다. 이온화식과 광전식의 연기색상별 감도의 변화를 그림2에 소개한다.

중앙집중식 난방이 없는 건물이나 지하상가 등에서 겨울철에 연통이 없는 석유난로나 개스난로를 사용하는데 거기서 나오는 연소생성물은 눈에 보이지 않기때문에 감지기와 무관한것으로 인식되고 있다. 광전식 감지기는 보이지않는 연소생성물에는 감응하지 않으나 이온화식 감지기는 극히 예민하게 감응한다.

공기중에 같은 밀도(密度)로 입자가 존재한다면 입자의 크기가 작을수록 입자의 총표면적이 커진다. 이온화식은 이온화된 공기의 분자 즉 이온이 자기보다 큰 입자에 흡착하여 전하(電荷)의 운반 역할을 못하게되므로 말미아마 이온전류가 감소하는 것이 원리이므로 단위 공간에 부유(浮游)하는 연기 생성물의 입자의 표면적이 클수록 이온의 흡착이 많아져서 쉽게 동작하는 것이다.

광전식은 검출부의 암실(暗室)속에 940nm 정도의 중심파장(中心波長)을 가진 적외선을 조사(照射)하고 그 공간에 부유하는 입자가 반사하는 반사광의 크기를 측정하는것이 원리이므로 이 파장보다 작은 입자는 반사를 할 수 없으며 충분히 큰 입자 일지라도 카아본 블랙 같은 흑체에 가까운 입자는 광선을 흡수해 버리는가하면 밝은 색의 입자는 광선을 잘 반사하므로 입자에 따라서 감도에 큰 차이가 생긴다.

그림3에 연기감지기의 감도특성과 각종 입자의 크기분포(分布)를 보였다. 비공식자료이므로 신빙성은 미지수이나 대강의 경향을 짐작하는데 도움이

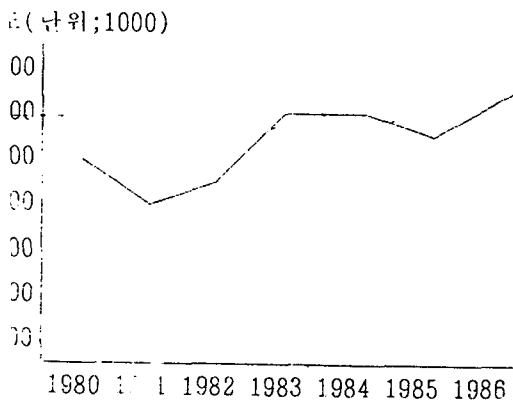


그림1. 소방차가 출동한 비화재보의 빈도(미국)

로 두고 개선하려면 뒤에 언급하는 인텔리전트 자탐설비를 채택할 수밖에 없다.

감지기의 선택과정에서 발생하는 문제점과 대책

감지기는 동작원리와 구조에 따라 특성이 다르 이온화식과 광전식은 같은 연기감지기이지만

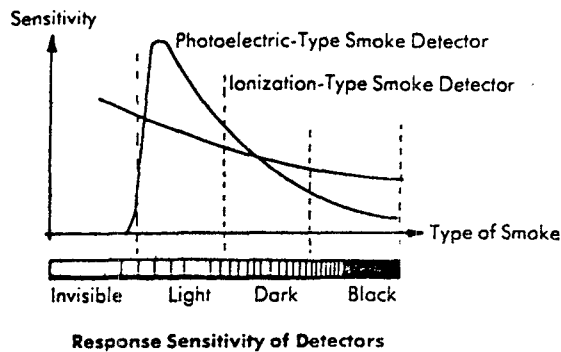


그림 2 연기의 색상과 감도와와의 관계

되리라 믿는다.

소방시설의 설계과정이나 시공, 운용과정에서 위에 지적한 감지기의 특성이 무시되고 있음은 안타까운 일이다.

이것은 감지기의 문제점 이라기 보다 응용하는 사람의 문제라고 봐야할 것이다.

열감지기도 차동식과 정온식의 구분이 있고 방호공간(防護空間)의 특징과 방호대상물의 특징에 따라서 선택해야 한다. 정온식은 작동원리와 구조가 단순하기 때문에 별 문제가 없지만 차동식은 모세관(毛細管)을 통한 호흡(呼吸)을 이용하고 있기 때문에 공기중의 점착(粘着)성 오염물질이 호흡에 수반하여 모세관의 관벽에 부착하면 공기저항이 증대하고 결과적으로 감도가 상승하게 된다. 온도의 변화가 빈번하고 다습하든가 담배연기나 기름연기가 자주 발생하는 장소에 설치된 차동식감지기는 사용시간에 비례하여 높은 비화재보의 가능성을 갖게된다.

또 차동식은 보편적으로 쓰이고 있는 2종인 경우 주변온도가 매분 섭씨 3도의 비율로 직선적으로 상승할때 15분 이내에는 동작하지 않게 되어 있지만 동절기에 우리가 사용하고 있는 난방시스템은 성능이 좋아서 위의 조건보다 더 급한 온도변화도 있을수 있으므로 여기서도 비화재보의 가능성이 높아진다.

분포형은 스포트형과 달리 넓은 감지면적을 가지고 있기 때문에 국소적인 변동에 대해서는 스포트형 보다 아주 둔감하다. 이 특징을 이용하면 대상물에 따라서는 비화재보를 감소시키는데 효과적일

수 있다.

몇종류 되지않는 감지기를 다양한 대상물에 맞추어 적절히 선택, 적용 한다는 것은 지난(至難)한 작업이지만 현재의 여건으로는 다른 방법이 없다.

현재 보급되고 있는 1신호식(信號式)감지기는 비록 1, 2, 3종과 특종의 구별은 있지만 한개의 감지기는 한개의 검출레벨 밖에 없다는 제한 때문에 응용하는데 한계가 있다는 점도 문제이다. 이점은 앞으로 감지기의 규격이 개정되어 다신호(多信號)식 이라든지 아날로그식 이라는 제품이 나올때 까지 기다릴수 밖에 없다. 뒤에 언급하는 인텔리전트형 시스템도 아날로그식 감지기와 결합하지 않으면 성능을 발휘할 수 없다.

#### 감지기의 신뢰도에서 야기되는 문제점과 대책

감지기의 고장에 의한 문제는 기획단계에서 고장율을 낮게 잡는 것이 좋지만 경제적 제한 때문에 결국 어느 수준에서 타협점이 나오겠지만 이것을 제조자들이 받아 들여서 실제로 제품의 품질에 반영하도록 하는것은 용이한 일이 아니다. 그러나 품질관리는 언젠가는 꼭 해야하는 과제라는것을 공감해야 할것이다.

제품의 신뢰도(信賴度)란 목표수명에 도달할때 까지 주어진 기능을 착오없이 발휘하는 확률을 말한다.

신뢰성은 기획 단계에서 신뢰도계획이 선행되고, 기기설계 단계에서는 제품자체에 배당된 신뢰도를 유지하기 위하여 부품의 재질이나 가공정밀도(加工精密度) 등 품질을 좌우하는 요소들이 설계에 반영되며, 생산 단계에서는 생산성과 수율과 주어진 품질수준을 감안하여 공정을 짜고 중간검사와 최종검사를 통하여 품질을 유지하며, 사용 단계에서는 유지, 보수비(維持, 保守費)를 투입하여 목표수명 까지 신뢰성을 유지시키게 한다. 즉 전체 수명을 포괄한 품질관리를 하여 소기의 신뢰도를 얻는 것이다.

완제품 사용부품에 잠재하고 있던 결점이 사용하기 시작하자 나타나는 소위 초기고장파, 장시간 사용중 간간히 우발적으로 발생하는 우발고장파, 마모 노화등 수명이 다하여 못쓰게되는 피폐(疲

	입 자 의 크 기 단 위 (미크론)					
	0.001	0.01	0.1	1	10	100
연 기 감 지 기 의 감 도 범 위				이온화식감지기 광전식감지기 <산란광식> 화재시의 불상입자		
실 루 보 무 즈 계 고 온 불꽃 연 소		연기자 500°C - 불꽃연소 삼나무 500°C - 불꽃연소 벽화 500°C - 불꽃연소 삼면 500°C - 불꽃연소				
실 루 보 무 즈 계 저 온 분 소				연기자 300°C 삼나무 300°C - 400°C 연 300°C		
프 러 스틱 건 축 재 의 불꽃 연 소			무연탄 분 마그립 수지 폴리스티렌 분			
프 러 스틱 의 분 소				피브미씨 전선 폴리스티렌 분		
석 무 와 담 배 의 연 기				석유의 연소 담배연기		
천 연 및 인 공 의 입 자	가스분자	기름연기		금. 양계 금장의 연기 공기연기 구름 소독약 스프레이 강사	탄자 세균의 자위 안개 꽃가루	
입 자 의 장 의	초미립자	한외 현미경으로 보인다 (한외입자)	현미경으로 보인다 (미립자)	육안으로 보인다 (탄자)		
		화산운동음 하며 자연침강 하지 않는다	등속 운동을 하며 심계 자연침강하자 않는다	각속도음 가지지 않는다		

그림3. 연기감지기의 작동에 관여하는 연기입자의 크기

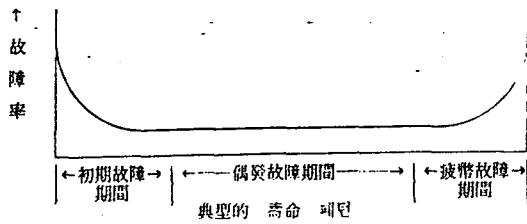


그림4. 전형적 수명 곡선

弊)고장으로 분류할 수 있다. 초기고장은 부품의 고장율로부터 계산해 낼 수 없다. 초기고장은 부품 상태에서 하던지 제품상태에서 열적(熱的) 충격이나 전기적 충격을 가하여 잠재하고 있는 결함을 사용하기 전에 토출하게하는 소위 Burn-in이라는 조장을 통해서 제거한다. 우발고장은 부품의 고장율로부터 예측할 수 있으며 반도체 등은 이 기간을 30년정도로 잡는다. 그 기간동안 제품의 목표 고장율로부터 사용기간에 예상되는 고장개수를 계산하여 표로 작성한 것을 표3에 전제한다.

만일 그 제품이 백만시간당 3.5의 고장율을 가졌다면 100개의 제품을 1년간 사용했을 때 3개가 고장날 수 있다고 보는 것이다. 물론 이것은 사용중 전혀 유지보수를 하지않는다는 전제를 두고 하는 말이다. 그런데 10년을 사용하면 26개 이상 고장나 있을 것이다. 20년후에는 45개 이상, 30년후에는 무려 60개 이상이 고장으로 분류될 것이다.

원본에 있는 표에는 정기점검 간격과 사용중에 고장으로 인하여 설비의 사용에 지장을 주는 시간에 중점을 두고 있다. 1, 2주일 마다 점검하는 경우와 1, 3, 6개월 또는 1년 간격으로 점검하는 경우에 감지기가 방호능력을 상실하는 시간을 확률적으로 예측한 것이다. 소방법에 소방설비의 정기점검에 관하여 규정하고 있는것은 바로 이 고장으로 인한 정지시간을 최소화 하자는데 목적이 있다. 고장은 비화재보를 발생하기도 하고 실보를 일으키기도

한다. 비화재보 보다 실보가 훨씬 더 위험하고 큰 손실을 초래하기 때문에 고장의 감소에 좀더 많은 투자가 요망된다. 근본적으로 제품 자체의 신뢰도를 높이는 방법은 거의 코스트와 연결된다. 신뢰도를 제고하는 방법을 열거하면 다음과 같다.

- 1) 고장율이 작은 부품을 사용한다...코스트 증가
- 2) 2개 이상을 병렬로 한다...코스트 증가
- 3) 자기진단기능(自己診斷機能)을 내장시킨다.  
...코스트 증가
- 4) Burn-in을 실시한다...코스트 약간 증가, 효과 적다.

군용(軍用)자재는 Military spec.라는 특별 사양으로 제작하고 있다. 군장비는 고장이 나면 국가 차원에서 큰 피해를 입기 때문이다. 민생용(民生用)은 경제성 때문에 그런것을 사용할 수 없다. 그대신 자기진단기능을 내장시키고 고장이 발생하든가 열화(劣化) 또는 오염되었을때 관리인에게 즉시 경고하여 교체 또는 수리하도록 해도 소기의 목적은 달성할 수 있다. 이러한 기능을 내장한 것이 인텔리전트 씨시스템이다. 감지기 내부에 수신기로부터 원격조작으로 작동상태를 만들어 주고 그결과를 수신기가 받아서 정상 여부를 비교 판단하여 이상이 있으면 경고를 하는 것이다. 열화나 오염은 설치초기의 감지기의 데이터를 메모리에 기억시켜 두었다가 정기적으로 현재의 데이터의 비교하여 한계치를 넘으면 역시 경고를 하게 된다.

감지기가 열화 또는 오염 되었다라도 아날로그식은 검출의 범위가 넓기 때문에 감지기능을 1신호식처럼 상실하지는 않는다. 정상시의 평균출력이 초기치보다 상당히 상승되었다라도 거기서 급히 변동하는 데이터는 검출할 수 있기 때문이다.

#### 씨시스템의 接近法에 의한 대책

비화재보를 극소화(極少化)하고 설비전체의 신뢰

표3. Probability of Failure for Typical Ranges of Detector Failure Rates

Service Period	1 Year			10 Years			20 Years			30 Years		
Failures per million hours	2.0	3.0	3.5	2.0	3.0	3.5	2.0	3.0	3.5	2.0	3.0	3.5
Probability of failure during service period(%)	1.7	2.6	3.0	16.1	23.1	26.4	29.6	40.1	45.8	40.1	54.4	60.1



도를 향상 시키기 위해서는 건물의 기획 및 설계 단계에서 도입하지 않으면 실시가 불가능한 원칙과 기법이 있다. 이하 건설의 계획에서 건물운동까지의 전 과정에 반영 시켜야할 중요한 사항중 비화재보의 대책이라는 관점에서 추려서 간단히 기술한다.

#### ㄱ) 방호수준의 선택;

방호대상물 마다 화재가 얼마나 진행되었을때 검출할것인가를 정한다. 예컨대 침실이라면 잠자고 있는 사람을 깨워서 피난할 수 있을만한 시간적 여유를 확보해야 하기때문에 조기검출이 요구되지만, 식료품창고 같은 대상물에는 조기경보 보다 오히려 확실한 정보가 더 요구된다.

감지기는 감도가 높을수록 비화재보의 발생율이 높다. 높은 감도를 유지하면서 동시에 높은 신뢰도를 얻으려면 크로스존닝 방법을 채택해야 하는데 코스트가 상승한다. 경제성과 타협하여 어느 한쪽은 희생할 수밖에 없다.

앞에 말한 검출속도에 못지않게 중요한 요소는 감지정보의 신뢰도를 어느 수준에 둘것인가를 정하는 일이다. 화재감지기 자체에 화재판단기능을 내장하고있는 경우 신뢰도는 감지기를 선택하는 시점에 이미 결정되지만 제어반의 기능으로 부족한 부분을 보완해 줄 수가 있다. 예컨대 크로스존닝을 실시하면 신뢰도는 상당히 개선된다.

또 방호대상물의 크기에 따라서는 검출정보를 얼마나 많게 할 것인가를 결정해야할 필요가 생긴다. 대형공장이나 대형창고가 대상인 경우에 전체 면적을 한개의 검출구획으로 할것인가 아니면 많은 구획으로 감지구획을 분할할것인가 하는 선택을 할 수 있다.

#### ㄴ) 기종과 방식의 선택;

방호대상물의 일상적 환경과 사용중 발생할 수 있는 일시적 특수환경을 예측하여 비화재보와 실보를 극소화할 수 있고 또 방호수준에도 적합한 감지기기종을 선택한다. 감지기는 원리와 구조에 따라 감도의 스펙트럼이 상이하고 또 사용중 환경오염으로 인한 성능변화의 정도도 상이하다.

방호대상물이 무손용으로 사용되는가에 따라

일상적 환경과 일시적 특수환경을 예상할 수 있으므로 그러한 내용을 충분히 고려해서 기종을 선택해야 한다.

자동소방설비용 기기의 기동, 운용을 위한 최적 감지기기종 및 운용시스템을 선택할 경우 다른 차원에서 검토해야할 사항이 있다. 자동소화설비중에는 일단 기동이 되면 가스를 방출한다든가 또는 물을 방사한다든가 하는 설비들이 있으며 화재가 아닌경우에도 가스방출이나 물로 말미암은 피해를 줄 수 있기 때문이다.

감지기자체의 신뢰도에 의존하는 방법도 있지만 시스템적으로 신뢰도를 높이는 방법이 보다 효과적일 수 있다.

#### ㄷ) 전선로의 재질과 경로 및 포설 방법의 선택

배선은 전기적 노이즈를 타지않게, 포설경로와 차폐재료, 전선의 종류 등을 선택한다. 선로에 유기되는 콰드노이즈에 대해서는 트위스트페어 케이블이 노이즈 차단에 효과가 크다는 사실은 널리 알려져 있다. 전자기유도에 의한 노이즈는 금속제의 전선관이 차폐효과가 크다.

고압전선로와 평행해서 포설해야할 경우에는 최소한 1.5미터이상 거리를 두어야 안심할 수 있다. 부근에 강력한 전파를 발산하는 시설이 있는 경우 감지기가 전파에 의해서 작동할 가능성도 있으므로 회로부(回路部)가 완전히 차폐된 감지기기종을 선택할 필요가 있다. 수신기의 전원 입구에 노이즈 필터를 내장한 수신기를 선택하는것도 도움이 될 것이다.

#### ㄹ) 설계 의도(意圖)의 전달과 확인;

기종과 방식을 선택한 사유 또는 의도를 설계서에 기재하여 시공자, 감리자 및 사용자에게 설계자의 의도가 전달되도록 한다. 이 사실은 현재 거의 소홀이 다루어져 왔던 것이 사실이다. 설계도서에 감지기기종을 선택한 이유나 방식을 선택한 목적이 기재된것을 찾아보기 어렵다. 예를 들자면 이 공간은 이러이러한 특징을 지녔으며 무손용으로 쓰이며 어느수준의 방호를 하기위해서 이 기종을 선택했다고 하는 설계의도를 그 설계도서를 사용하는 사람

들에게 명확하게 전달하자는 것이다. 설계자의 의도가 정확히 전달되지 않음으로 야기되는 혼선은 여러가지가 있지만 가장 중요한 포인트는 목표 성능 수준이 달성되지 않는다는 점이다. 이것이 어렵다면 적어도 완공후에 확인할 수 있는 길은 확보해 두어야 한다. 사양서에 시스템의 기능검사 방법을 기재하여 완공검사때 설계자의 의도대로 완성되었는지 확인할 수 있도록 해야한다. 감지기의 성능은 현장에서 정량적인 검사를 실시할 필요가 없지만 현장에서 가공한 부분은 반드시 성능을 검사해서 결과를 확인해야 한다. 기술기준령 등에는 선로의 최대허용 저항과 최소허용 절연저항이 규제되어 있다. 접속된 기기들의 성능을 보장하기 위해 반드시 지켜야할 한계를 규정한 것으로 이해해야한다. 그외에 소화설비와의 연동기능등 시공후에 확인해 두어야할 중요한 사항이 있고 이것은 검사방법을 명시해 두지않으면 비(非)설계자로서는 검사가 불가능하다. 검사의 수순과 사용장비, 기준치 등을 구체적으로 기술해 두어야 한다.

#### 인텔리전트형 화재감지 시스템

비화재보에 대한 궁극적 대책은 인간의 감각과 지능에 버금할 만한 고도의 감지능력과 지적능력을 갖춘 시스템으로 대응하는 길 밖에 없다.

화재시에 발생하는 열, 광선, 연기, 가스 등을 정밀하게 검출할 수 있고, 또 그들 검출치의 시간적 변화 패턴(Pattern)이 실화재시의 패턴과 근사한지 여부를 비교하고, 또 그 검출치가 평상시에 있을 수 없고 화재시에만 가능할 정도의 높은 레벨 인가를 판별할 수 있는 지능을 보유한 시스템은 반도체의 집적화 기술과 소프트웨어의 발달에 힘입어 경제적으로 실현할 수 있게 되었다.

感知力과 思考力 외에 평소에 시스템의 구성 요소의 상태를 점검하는 기능 즉 自己診斷機能을 부여하여 센서, 컨트롤러 등의 主機能뿐만 아니라 線路와 主電源, 副電源 까지도 연속적으로 점검하고 異常이 발생하면 즉시 경고음을 발함과 동시에 프린터로 기록을 남긴다.

또 자기외의 다른 시스템과 정보를 교환할 수 있는 對話(Communication)기능도 보유하고 있으며

로 BAS나 無人管理시스템과의 연동 운영을 가능케 한다.

이와같이 세밀하게 감각하고 또 생각하고 대화하는 능력을 가진 시스템을 우리는 인텔리전트시스템(Intelligent system)이라고 부른다.

인텔리전트시스템은 이름 그대로 시스템이기 때문에 그것을 분해하여 생각할 수는 없다. 그러나 하드웨어의 구성상 센서와 컨트롤러와 메모리 인터페이스라는 세개 블록으로 대별하는 것이 편리하다.

우선 센서에 대해서 설명한다. 센서는 공간의 물리적 상태를 검출, 데이터化 하여 컨트롤러로 보내는 역할을 한다. 컨트롤러는 센서가 보내오는 데이터를 가지고 변화패턴 인식도 하고 다른 데이터와 비교도 해야 하기 때문에 센서의 데이터는 상당히 세밀한 것이라야 한다. 다시 말하면 센서의 分解能이 높아야 한다는 것이다.

空氣調和설비의 센서는 1°F정도의 분해능이 필요하지만 자탐설비의 熱센서는 1°C내지 2°C정도의 분해능으로 충분하다. 왜냐하면 평상시와 화재초기의 온도 차이는 대략 50°C에서 100°C정도이고 50단계정도로 분해한 데이터만 있으면 화재탐지에 관한 처리를 할 수 있기 때문이다.

재래의 화재감지기는 분해능이 1이고 따라서 인텔리전트시스템에 사용할 수 없다. 분해능이 1이라는 것은 한 단계의 고정된 레벨만 있다는 뜻이고 그 레벨보다 아래냐 위냐 즉 YES냐 NO냐 하는 두가지의 데이터 밖에 없다는 것을 의미한다.

실제로 재래의 감지기는 정상이면 화재경보 신호를 내 보낸다. 그 중간은 존재하지 않는다.

연기 감지기의 경우도 정상시와 화재초기의 연기 농도 차이는 대략 10%obs/m 정도이고 50단계로 분해하면 센서가 보유할 분해능은 0.2%obs/m가 된다. 결국 센서는 50개 이상의 데이터를 컨트롤러에 발신할 수 있어야 한다. 이러한 센서는 多信號式(2, 3개의 신호를 발신한다)으로도 불가능하고 아날로그식 일때만 가능하다. 일본에서는 아날로그 출력과 함께 최대치에서 1신호식 감지기로 모우드(Mode)가 변환하는 감지기를 쓰기도 하나 그것은 1신호식에 익숙해진 소비자를 의식한 과잉 사양이

고 생각한다.

아날로그식은 취급하는 데이터가 많기 때문에 通信機能이 불가결의 요소이다. 센서는 경제적 설치를 위하여 두가닥의 전선에 128개의 센서를 걸로 접속하는데 각 센서와 컨트롤러 사이의 기타 전송은 다중통신 방식을 쓰고 있다. 같은 로에 센서 뿐만 아니라 방화문이나 댐퍼의 關閉 報 라든가 하론 소화설비의 작동 신호 등도 입력 介面(Input interface)를 경유하여 접속한다. 制御도 같은 선로를 사용한다. 센서에 있는 시등의 점등, 센서의 기능 점검을 위한 명령(mmand) 등은 센서에 내장된 통신회로가 담당하 지구경중이나 制煙설비 소화설비 등의 기동신 는 출력인터페이스(output interface)를 경유하여 은 선로에 접속한다. 이때 경중이나 댐퍼 등의 동에 필요한 전력은 당연히 따로 공급한다. 센서 인터페이스를 가동하기 위한 전력은 따로 공급 지 않아도 된다. 그러나 인터페이스가 원격제어 수 있는 용량은 점점용량으로 1A정도 이므로 큰 전류를 제어하기 위해서는 보조 계전기를 편기기 쪽에 설치한다.

이 시스템에 쓰고 있는 다중통신 기능은 바로 3에 쓰고 있는것과 동일한 것이다. R형의 중계기 수신기 사이의 데이터통신과 그 방식은 같으며 계기를 경유하지 않고 직접 다중통신 기능을 인 센서와 접속한 R형을 인텔리전트 방식이라고 수 있다. R형 중계기의 입력회로 수가 40개 라는 은 40개의 데이터를 동시에 취급할 수 있다는 기니까 중계기 한대의 처리능력이 아날로그식 서의 능력보다 못하다는 말이 되지만 중계기는 서기능 외에 다른 많은 기능이 있으므로 감지기 기타 수 만으로 비교하면 안된다. 아날로그식 서는 능력이 대단하니까 가격도 엄청날 것으로 상하겠지만 실재는 그렇지 않다. 그 이유는 전자 업의 발전에 있다. VLSI 등 첨단 전자부품이 산되고 가격이 하락한데 힘입어 센서도 현실적 적으로 시장에 나오게된 것이다.

다음에는 컨트롤러에 대해 설명한다. 이후 편이 위해서 컨트롤러를 제어반 이라 부른다. 우선 기반은 센서 및 인터페이스, 그리고 타 시스템과 對話하기 위해 통신기능을 가지고 있다. 통신기

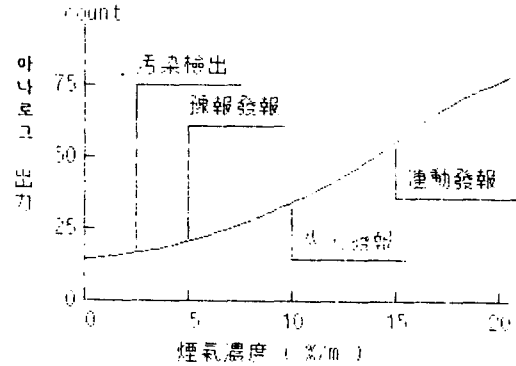


그림5. 아날로그식 출력 특성

술에 관해서는 설명이 필요 없을 것이다.

제어반의 주기능은 센서로부터 수집한 데이터를 기억하는 기능과 데이터를 처리하는 기능 즉 比較 計算, 論理計算, 時限處理 등을 수행하는 기능이며 계산의 결과를 프로그램에 따라 출력하는 것이다.

출력의 종류는 센서의 열화 또는 오염 경고, 예비 경고, 화재경보, 자동소화설비 기동명령 등으로 구분 출력한다. 구분 출력의 예를 그림5에 예시한 다.

각각의 레벨은 센서마다 설정하기도 하고 센서종 류에 따라 그룹별로 설정하기도 한다. 또 레벨의 종류는 가공하지 않은 粗데이터 일수도 있고 짧은 시간에 변화한 량 일수도 있으며 설치 했을때의 데이터 즉 초기치 일수도 있다.

아무리 인텔리전트 시스템이라도 그것을 움직이 는 방법까지 제어반에 넣어줄 수 있을 만큼 기술이 발달 하지는 않았기 때문에 시스템을 건물에 적용 할때 개개의 공간에 적합한 데이터처리 방식을 설정해 주고 각종 레벨도 설정해 주어야 한다. 제품 이 출고될때 백지상태로 둘 수 없기 때문에 공장에서 미리 표준적인 레벨설정을 하는데 이때에는 비례식 방식만 쓴다. 주문에 따라서는 공장에서 모든 프로그램을 넣기도 하지만 사용자가 프로그래밍 할 수 있게 메뉴얼과 키보드를 별도로 판매하고 있다. 사용자가 프로그래밍 할 수 있다는 사실은 건물의 칸막이나 용도를 변경했을 때 사용자가 직접 적절한 조치를 취할 수 있다는 것을 의미한 다.

다음으로 중요한 기능은 사용자와의 對話기능이

다. 흔히 Man-Machine interface라고 말하는 이 기능은 종합적 사태파악을 위해 LED로 된 개황 표시판이 있고, 상세한 상황을 파악하기 위한 40자 정도의 메시지 표시판이 있으며 정확한 판단을 하기 위해 사건의 진행과정을 기록하는 기록장치가 있다. 그외에 현황파악을 좀더 용이하게 하기 위해 CRT Display를 써서 건물의 평면과 단면 등을 色別 표시 하거나 지도판에 LED로 표시하기도 한다.

위급시에 사람이 기기를 조작할 필요는 없지만 평상시에 시험이나 훈련을 목적으로 조작하는 경우 제어반 앞면의 스위치를 사용하든가 아니면 CRT 화면을 보면서 라이트펜이나 마우스를 써서 조작해도 된다.

모뎀(Modem)을 접속하면 전화를 이용하여 원거리에서 있는 관계자와 데이터를 교환할 수 있고 인터

페이스를 접속하여 LAN과 연결하면 함께 접속 시스템과 연동하여 운용할수 있다.

끝으로 제어반은 자체의 기능 뿐만 아니고 접한 선로와 센서와 인터페이스까지 기능진단을 하 自動故障診斷機能이 있다. 몇초마다 진단기능 작동하는데 이상이 발생하면 즉시 경고음을 발보고 해당 경고등을 점등하며 기록장치에 기록 남긴다.

이상 인텔리전트 시스템에 대한 개략을 설명한다. 근래에 인텔리전트 빌딩에 대한 관심이 높아지고, 안전성과 안락성을 추구하는 사회적 추세 봐서 이제는 우리나라에도 이러한 시스템이 보급되어 비화재보나 실보가 소멸하는 날이 올것을 기한다.