

## 디지털복합 감지기의 화재 응답특성에 관한 연구

김유식, 김 창\*, 정광우\*\*

진주국제대학교 소방공학과, \*경남대학교 대학원, \*\*(주) 탐 시스템

### A Study on the Fire Response Characteristics of Digital Compound Detector

Yoo-Shik Kim, Chang Kim\*, Kwang-Woo Jung\*\*

#### I. 서론

인류의 염원인 복지국가 건설을 위해서는 모든 재해 및 안전으로부터 완전한 신뢰가 있어야 하고 이러한 안전제일이라는 신뢰 속에 행복을 보장하는 복지사회로 갈 수 있다고 본다. 오늘날 우리의 산업사회는 고도성장과 대규모 집단화로 인하여 좁은 공간에 많은 사람이 모여 공동 사회를 만들어 나가는데 역시 안전이라는 것은 필수적이라 생각된다. 인류의 발전 역사는 바로 불에 대한 에너지의 효율적 관리와 직결되는 사항으로써 안전이라는 개념의 역시 불이라는 영역을 도외시 할 수는 없다고 본다.

화재감지기는 화재발생 초기에 화재로부터 발생하는 열, 연기, 불꽃, 연소가스 등을<sup>1),2)</sup> 감지하여 이를 관계자에게 자동 또는 수동으로 경보를 발하여 이상 징후를 알릴 수 있도록 되어 있는 시설로서, 이는 자동화재탐지설비, 자동화재속보설비, 누전경보기, 비상경보설비, 가스누설경보설비 등으로 분류 할 수 있다<sup>3),4)</sup>

자동화재탐지설비는 화재의 초기단계에서 발생하는 열 또는 연기를 자동으로 감지하여 건축물내의 관계자에게 음향으로 화재발생을 알리는 설비의 일체로서 열, 연기 또는 불꽃, 적외선 등에 의한 감지기, 발생장소를 명시하는 수신기, 발신기, 화재발생을 관계자에게 알리는 벨, 사이렌, 경종 등으로 구성되어 있고, 화재로부터 발생하는 인적, 물적 피해를 최소화하기 위하여 화재 초기부터 불을 신속하게 발견하여 피난의 개시를 빠르게 하고, 또 초기 소화의 태세를 확립하게 함은 물론, 관할 소방기관에 신속히 통보하여 소화방재 할 수 있도록 하기 위하여 설치되는 설비 있다<sup>5)</sup>.

기존 건축물에 설치하는 자동화재탐지설비의 종류로는 P형, R형, M형 등으로 대별하고 있으며<sup>6)</sup>, 최근 지하철 화재 등으로 인하여 경보설비의 중요성이 사회 각 분야에서 부각되고 있다. 특히 운송수단에 적용되는 대형 선박과 지하철 차량, 철도 차량 등에는 기존의 자동화재탐지설비 시스템으로는 여러 가지 문제점이 대두되고 있다<sup>7)</sup>.

따라서 이러한 시대에 요구에 의하여 새로운 개념의 간단하고 편리한 경보설비가 필요로 하고 있으며 시대적 요구에 부합하여 계속 연구가 되어 오고 있다. 지난 대구지하철화재 대 참사 이후 이러한 시대적 요구는 국민적 정서에 의하여 운송 수단의 안전으로 발전하였고 누구나 필요로 하고 있는 사항이라 사료된다. 본 연구에서 도입하는 디지털복합 화재감지 시스템의 개발도 시대적 요구라고 생각된다.

## II. 실험방법

### 1. 실험조건 : 실험영역(50\*40\*40), 실험온도 22℃, 유속 : 0, 60cm/s

향1개피 - 5%, 2개피-10%, 3개피 - 20%

담배(습도15%). 1개-20%. 2개-35%, 3개- 40%

### 2. 실험기기 : SL-S-119(Smoke Detector Tester) - 2Set

자동화재 경보설비 (P형1급 10회로) - 1Set

초시계(디지털1, 아날로그1) - 2Ea

D사 연기감지기(이온화식 2종) - 10Set

L사 연기감지기(이온화식 2종) - 10Set

Top-System. Digital 감지기 - 2Set

### 3. 연기감지기 농도범위의 적절성

화재관련 실험에 있어서 가장 빠르게 응답성을 보이는 것은 초기화재시 열보다는 연기 발생이 우선됨으로 열감지기보다는 연기감지기의 응답성에 따라 화재발생의 신속성과 정확성으로 신뢰성을 확인 할 수 있다.

연기의 농도표시에는 단위면적당 중량 및 입자 수로 나타내며 일반적으로 화재발생시 연기의 농도 표시 방법으로는 감광계수와 가시거리에 따라 나타낸다. 감광계수가 0.4인 경우 가시거리는 4m정도로 당해 건축물 내부에 익숙한 사람이 피난에 Panic을 유발할 정도의 농도이고, 0.6인 경우 가시거리가 3m정도로 완전한 Panic을 발생시키며 감광계수가 10인 경우 가시거리가 0.2~0.5m로 화재 시 최성기 때의 연기농도로 피난유도등의 식별이 어렵다. 따라서 일반적으로 연기감지기의 제작 시 농도표시를 너무 낮게 설정할 경우 시설관리상 잦은 경보발생과 시스템의 문제점이 유발될 수 있고, 또 너무 높게 설정 시 초기화재 대응이 어려움으로 일반 아날로 감지기의 제작 시 약간의 차이는 있으나 6~7%/m대의 범위에서 설정됨을 확인할 수 있다.

### 4. 복합화재감지기와 기존 시스템과의 비교 실험

- 일반적으로 화재발생시 관계인이 화재발생을 신속하게 확인할 수 있는 소방시설은 자동화재 탐지설비이다. 이러한 자동화재 탐지설비의 특성은 다양화 및 복잡화된 오늘날의 산업구조에 있어서 안전과 화재로부터 인간을 보호하기 위한 중요한 소방 경보시스템이다.

기존의 아날로그 자동화재 탐지설비는 화재발생시 경보설비로는 우수하나 감지기 및 시스템의 잦은 오동작 등으로 인하여 안전에 대한 신뢰성의 문제점이 다양하게 반복 제기되어 왔으며 안전 및 소방관련 연구자들로부터 새로운 연구과제로 평가되어 왔다.

본 연구도 이러한 아날로그 방식 자동화재탐지설비의 문제점 개선과 21세기 산업사회의 구조적 복잡화 및 다양화에 적합한 인텔리전트 아날로그 자동화재 탐지설비를 연구 개발한 복합화재감지기의 인텔리전트 자동화재탐지설비와 비교 실험하고자 하며, 또 구조적 다양화 및 복잡화에 따른 응답특성이 기존시스템과도 비교 실험 하고자 한다.

본 실험은 기존의 아날로그 방식의 자동화재 탐지설비와 연구 개발한 인텔리전트 복합감지기의 방식과 비교로 화재감지기의 응답특성과 오동작으로 인한 여러 가지 사항을 개선하기 위하여 열감지기(차동식)와 연기감지기(이온화식, 광전식)에 대하여 각각 비교 실험을 하였다.

- 1). 각 Parameter에 대해 5회씩 반복 실험을 하였다.
- 2). 열감지기의 열원은 구획된 실험공간에 4개의 양초를 이용하였다.
- 3). 차동식 열감지기와의 비교 시 실험조건에 따라 약간의 차이는 있으나 평균 2분 13초가 소요되었고 탐지시스템의 인텔리전트 시스템은 23초로 약 1/7에 가까운 아주 빠른 응답성을 보였다.
- 4). 연기감지기의 경우 구획된 실험공간에 담배 및 향(2~4개)을 이용하였다.
- 5). 연기감지기의 실험에서 D사의 이온화 감지기는 28초에 응답성을 보였고 복합화재감지기의 인텔리전트 시스템은 19초로 연기감지기도 빠른 응답성을 나타내고 있다.
- 6). 연기감지기중 L사의 광전식 연기감지기와의 반복 실험한 결과 L사의 광전식 연기감지기는 평균 37초에 응답성을 보여고 연기감지기(광전식)의 비교실험에서도 복합화재감지기의 인텔리전트 시스템이 빠른 응답성이 있다.

### III. 연구의 내용

오랜 역사 속에 세계 각 나라에서는 지하철화재가 여러 번 있었으나 우리 나라 처럼 반복되는 인재로는 별로 없었다. 지난 대구지하철 화재 대 참사는 정말 이성을 가진 사람으로서는 도저히 상상할 수 없고, 생각할 수도 없는 사고가 벌어진 것은 정말 인재라고 판단할 수밖에 없다.

그러면 또 다른 대형 지하철 참사가 일어나면 우리는 어떻게 대처해야 할까를 고민하지 않을 수 없으며, 이러한 지하철 화재참사는 두 번 다시없어야 한다.

본 시스템은 부산 지하철2호선 전동차 내 화재감지시스템에 대한 예의 설명으로, 각 시스템 구성 및 각 장치에 대한 기능적, 기구적 설명과 그에 대한 검사 및 시험 방법을 포함하여 설명한다.

Table 1. 디지털화재감지기(DFS)

구 분	정격 및 사양	
입력전압	DC18V(16V~24V, MCB로부터 입력됨)	
소비전력	1W 이하	
MCU	8BIT MICRO PROCESSOR	
ADC	10BIT	
온도센서	DS1620(반도체식)	
	동작 범위	-50 ~ 125 도
	분해능	0.5 도
	정확성	±1 도
연기센서	NIS-05A(이온화식)	
	동작범위	0 ~ 18 %
	분해능	0.03 %
	정확성	±0.05 %
인터페이스	데이터 전송방식	RS-485 2WIRE MULTI-DROP
	데이터 전송속도	MAX 19200 BPS
ID 세팅	DIP Switch	
케이스	재료	PC(POLY CARBONATE)
	사용온도	-40 ~ 130 도

### 3.1 디지털 화재감지기(DFS)

DFS는 종래의 아날로그 센싱 방식과 각 감지기 자체에서 다른 디지털 방식의 센싱을 하도록 설계한 것으로, 이온화방식의 연기센서(명칭: NIS-05A)와 반도체식의 온도센서(명칭 : DS1620)을 내장하여 센싱된 아날로그 값을 증폭하여 이를 아날로그 디지털 컨버터를 거쳐 MICRO PROCESSOR에서 인식할 수 있도록 디지털 데이터로 변환하여 메인콘트롤러를 호출에 따라 RS-485 방식의 19200BPS의 전송속도로 전송하게 된다.

이러한 형태의 디지털 센싱기법은 종래의 다채널 멀티플렉서와 다채널 아날로그 디지털 컨버터에 의하여 수집하는 방식 보다 잡음에 강하며 각 감지기를 컨트롤 할 수 있는 장점이 있다.

또한 MICRO PROCESSOR로는 8BIT PIC16F873A를 채택하였으며, 자체내에 와치도그(WATCH DOG) 타이머를 내장하여 오동작이 자동 리셋 된다.

아래는 패킷의 구성 방식으로 총 7Byte 이다.

NIS-05A는 구조적으로 1 소스(Source) 2 챔버(chamber) 타입으로, 베이스 재질에는 PBT 수지가 사용되었기 때문에, 내열성, 내용제성이 뛰어나고 기타의 금속 부분에는 스테인리스(SUS304)가 사용되었기 때문에, 부식에도 강하고 UL 규격에서 실시되는 것과 같은 시험에 대해서도 충분한 내구성을 갖고 있다.

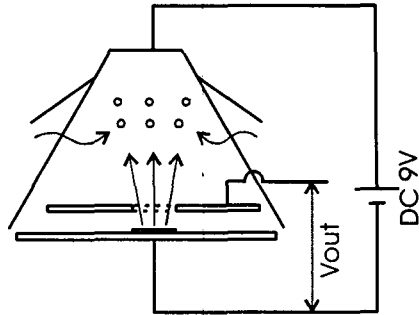


Fig. 1. 검지회로

챔버 내부의 공기는 방사선원으로부터 방출되는  $\alpha$ 선에 의하여 항상 여기(勵起)되어, 이온대를 생성하고 있다. 여기에 센서의 양극간에 DC 9V를 인가하면 통상 15 pA 정도의 전리전류가 양극간에 흐르는데, 이와 같은 상태에서 출력 전압을 측정하면 5.5V 정도의 출력치를 나타내지만, 연기가 센서 안으로 침입해 들어오면 생성되어 있던 이온대와 연기 입자가 결합하기 때문에, 상부 챔버의 전리전류가 저하하고, 결과적으로 출력 전압은 연기 농도에 따라서 저하한다. 이 출력전압의 저하 정도로서 연기농도를 검지하고 있다<sup>6,7)</sup>.

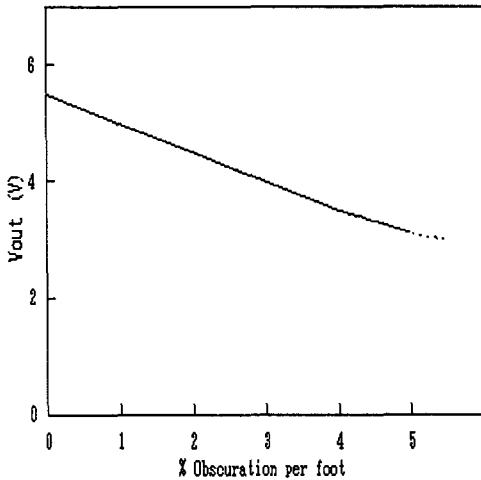


Fig. 2. NIS-05A의 연기 감도 특성

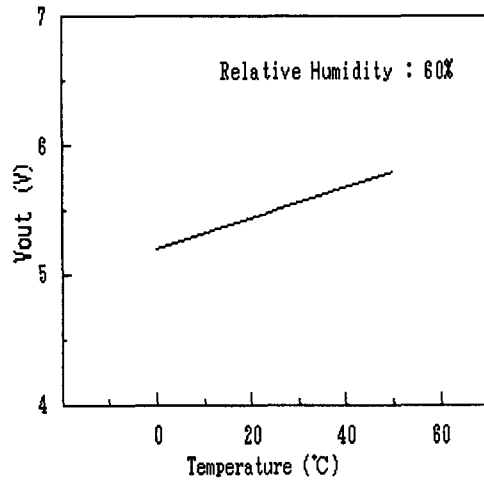


Fig. 3. NIS-05A의 온도 특성

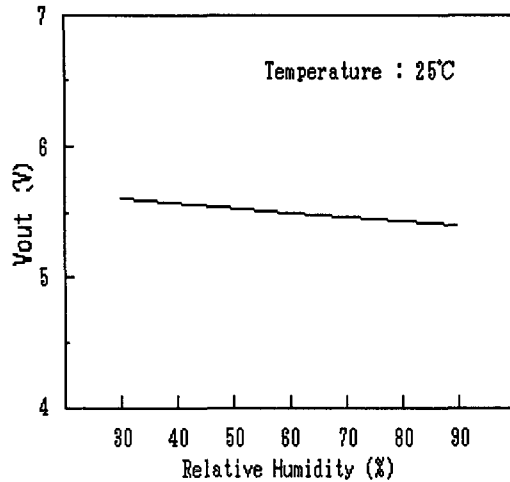


Fig. 4. NIS-05A의 습도 특성

#### IV. 실험결과

각 Parameter에 대해 신뢰성을 확보하기 위하여 5회 반복 실험한 결과 기존의 아날로그 방식의 자동화재탐지설비는 열감지기(2분13초), 연기감지기(D사(이온화) 28초, L사(광전식) 37초)로 확인 되었고, 복합감지기의 인텔리전트 시스템은 23초로 아주 빠른 응답성과 신뢰성을 확인할 수 있었다.

- 1). 일반 아날로그식 자동화재탐지설비의 비화재보(오동작방지)를 작동할 경우 복합화재감지기의 화재경보 시스템보다 신뢰성이 많이 떨어짐을 확인할 수 있었다.
- 2). 일반 아날로그 자동화재탐지설비는 시스템의 설치 환경 및 장소에 따라 발생할 수 있는 여러 가지의 이상현상 및 오동작에 대한 대처방법은 전무하나 복합화재 감지기의 인텔리전트 자동화재탐지설비는 대응성과 응답특성이 우수하여 시스템의 설치상 발생할 수 있는 문제점들을 보완할 수 있다.
- 3). 특히 복합화재감지기의 인텔리전트 자동화재탐지설비는 지상 및 지하가의 온도, 습도, 유속(풍속) 등으로 인하여 환경변화가 예상되는 지하철 플랫폼과 냉난방이 빈번한 지하철 및 철도차량 등의 적용에 타 시스템보다는 변화에 대한 응답성이 우수하여 경보설비의 안전성이 확보된다.
- 4). 기존의 아날로그 방식에 비해 실시간 제어가 빠르고 화재에 대한 정확한 감지 값을 확인할 수 있어 실보에 따른 오동작 및 오보의 통제가 빠르다.
- 5). 열 및 연기감지기의 설치 개수와 기존 감지기들의 진동 및 지하차량 운전상 발생할 수 있는 문제점을 최대한 보완하였고, 또한 열 및 연기감지기의 미적 공간적 요소를 감안하여 일체형 감지기로 개발하였다.
- 6). 운송 및 철도차량에 설치되는 감지기는 주위의 열 및 연기유동을 고려하여 감지기의 감지능력과 설치 시 중첩 원리를 적용해 볼 때 간격은 2m의 거리가 효과 적으

로 나타났고, 열의 순간적인 온도 변화와 연기 변환 농도 값을 실시간 확인할 수 있다.

## V. 참고문헌

1. 홍성호, 김두현, "열방출율을 이용한 열감지기의 오동작 경계값 분석," 한국화재.소방학회, 제17권 제3호 (2003)
2. 이복열, 정길순, 이병곤, "이온화식 연기감지기의 기류응답특성 연구" 한국화재.소방학회, 제17권 제2호(2003)
3. 백동현 "소방전기시설론", 통일출판사. pp.16~52 (1996).
4. 최만형 "자동화재탐지설비의 비 화재보와 실보에 관한 고찰", 한국화재소방학회지. Vol14, No.2, pp.45~56 (1990)
5. 중앙소방학교 "제9회 소방행정연찬대회" 우수연구논문집(1996)
6. M. Thuillard, "New Method for Reducing the Number of Fales Alarms in Fire Detection system", Fire Technology, Sccond Quarter, pp.250~268 (1995)
7. J. A. Mike, "Analysis of Signature Patterns for Discriminating fire Detection with Multiple Sensors", Fire Technology, Second Qusfter, pp.121~136 (1995)
8. Bok-Young Lee, Kil-Sun Jung, Byung-Kon Lee, "A Study on Response Characteristics of Ionization Smoke Detector Influenced by Air Stream", T. of Korean Institute of fire Sci. & Eng., Vol.17. No2. pp.6~9 (2003)
9. T. J. Mcavoy, "Using Multivariate Statistical Methods to Detect Fire", Fire Technology, First Quarter, pp.6~23 (1996)
10. J. W. Parker, "Change in Science and Standards Open Door to High-Tech Detection", NFPA Journal, september/October, pp.42~47 (1995)
11. Sung-Ho Hong, "An Analysis of false Alarm Threshold value by Heat detector using heat release rate", T. of Korean Institute of fire Sci. & Eng., Vol.17 No.3 pp.26~30 (2003)