

## 휴대용 연기감도시험기의 표준에 관한 연구

김형권, 권성필, 윤현주, 사공성호  
한국소방산업기술원

### A study on the Standard of Smoke Detector Sensitivity Test Equipment

Kim, Hyeong Gweon · Kwon, Sung Pil · Yoon, Hun Ju · Sakong, Seong Ho  
Korea Fire Industry Technical Institute

#### 요 약

소방대상물에 기 설치되어 있는 연기감지기에 대한 정밀한 감지 성능 시험의 요구에 부응하기 위하여 현장에서 국내 기술기준에 적합하게 시험할 수 있는 휴대용 연기감도시험기에 대하여 연구하였다. 휴대용 연기감도시험기는 점검 현장에서 간이로 감도시험을 할 수 있도록 연기원으로 동양 2호지를 사용하여 연기를 발생시키고, 농도를 제어하고 일정 풍속 유지가 가능하여 현장에 설치된 연기감지기의 정밀한 시험이 가능하도록 하였다.

#### 1. 서 론

현대사회는 복잡화 다양화되면서 건축물은 고층화, 지중화로 건설되고 있어 국민의 안전은 더욱 불안해지고 있는 것이 사실이다. 소방기본법에 의한 소방대상물의 경우 화재 발생 시 조기감지 하여 통보하는 기능, 소화하는 기능 및 피난 기능에 대한 설비를 갖추도록 하며 소방공무원에 의해 준공검사 시 확인하고 있으며, 이들 설비의 정상적인 작동 여부를 사후에 지속적으로 관리하는 시스템이 마련되어 있다.

화재 발생 원인을 분석하여 보면 예방 가능한 화재가 많게 되는데 이것은 형식적이거나 비 전문적인 소방점검이 그 원인 중에 하나라고 할 수 있으며 이는 소방인력의 증원과 정밀한 첨단 점검장비 등을 사용하여 정밀검사를 실시한다면 사전 예방 및 대형 화재로의 발생건수를 경감시킬 수 있을 것으로 생각된다.

법에서 정하여진 기본적인 소방설비는 예방행정으로 소방점검을 법제화하여 실시하고 있는데 이러한 점검은 소방공무원에 의한 소방검사와 방화관리제도에 의한 자체점검으로 크게 나누어 구분할 수 있다. 이 경우 점검기구를 사용하여 점검이 이루어지고 있는데 이 점검기구에 대한 관리 및 표준화가 되어있지 않은 실정이다.<sup>1)</sup>

특히 화재를 조기 감지하여 통보하는 자동화재탐지설비의 감지기는 화재를 조기에 발견하여 초기 진화하는데 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 이러한 감지기의 성능을 확인은

검정기술기준에 의하면 연기원으로 동양호지 2호를 사용하고, 2종 연기감지기의 경우 5 %/m ~ 15 %/m 연기농도 및 20 cm/sec ~ 40 cm/sec의 풍속에서 작동하도록 되어있으나 현행 점검기구는 이러한 조건을 충족시키지 못하고 있는 실정이다.

본 연구는 소방대상물에 기 설치 되어있는 연기감지기의 성능을 점검할 수 있도록 하기 위하여 연기발생원으로 종이를 사용하고, 농도 및 풍속이 조절 가능하여 국가가 정하고 있는 검정기술기준의 감지농도에 의한 성능확인이 가능한 시험기를 개발하여 현장에서 좀 더 표준화되고 정밀한 성능시험이 가능한 휴대용연기감도시험기를 개발하고자 한다.

## 2. 휴대용연기감도시험기

감지기의 형식승인 및 검정기술기준에 맞는 1종 2종 3종의 연기감지기의 연기감도 측정이 가능하도록 실험실에서 사용하는 감도시험기를 휴대용으로 개발하였으며, 휴대용연기감도시험기는 크게 본체, 연기센서, 메인컨트롤부 등으로 구분된다.

### 2.1 연기감도시험의 검정기술기준

감지기의 형식승인 및 검정기술기준 제19조의 감도시험에 대하여 표 1에 나타내며, 검정기술기준에 의거한 연기감지기 감도시험장치를 그림 1에 나타낸다.

표 1. 광전식스포트형감지기의 감도시험

종 별	K	V	T	t
1 종	5	20 cm/s ~ 40 cm/s	30 s	5 min
2 종	10			
3 종	15			

(주) : K는 공칭작동농도로서 감광율로 나타낸다. 이 경우 감광율은 광원을 색온도 2800도인 백열전구로 하고 수광부는 시감도에 비슷한 것으로 한다.



그림 1. 연기감지기의 감도시험기

비축적형 연기감지기 작동시험에 있어서 연기농도는 각 종별의 K 값에 1.5를 곱한값 1m 당 감광율의 농도, 풍속은 V (20 ~ 40) cm/s의 기류에서 T 초(30 초)이내에 작동하여야 하며, 비축적형 연기감지기 부작동시험의 경우 연기농도는 각 종별의 K 값에 0.5를 곱한 1m 당 감광율의 농도, 풍속은 V (20 ~ 40) cm/s의 기류에서 t 분(5 분)이내에 작동하지 아니하여야 한다.<sup>2)</sup>

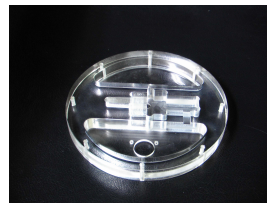
## 2.2 휴대용연기감도시험기 본체

휴대용연기감도시험기 본체의 각 부분별 상세는 그림 2와 같다. 그림에서 보면 휴대용 연기감도시험기는 연기발생부, 연기주입장치부, 연기주입 및 연기통로, 연기송풍장치, 연기농도측정부, 감지기 접촉부로 크게 구분된다.

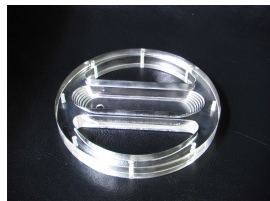
본체 크기는 180 mm × Ø 130 mm이며, 챔버 내 구성은 연기센서, 메인 콘트롤 보드 및 제어보드, 송풍기, 펌프 및 히터로 구성된다.



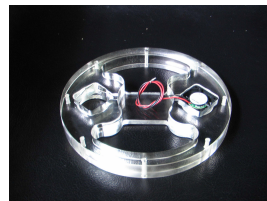
(a) 연기발생부



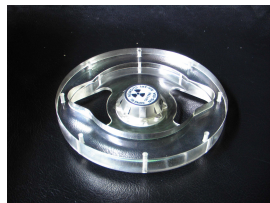
(b) 연기주입장치부



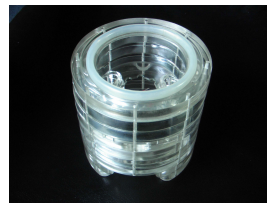
(c) 연기주입 및 연기통로



(d) 연기 송풍장치부



(e) 연기센서 부착



(f) 조립 전체외관

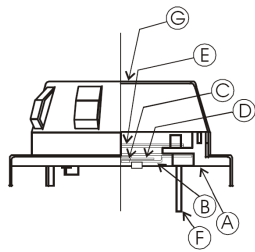
그림 2. 감도시험기 시험챔버 외관

## 2.3 휴대용연기감도시험기 연기센서

본 연구에서 사용한 연기센서는 이온화식으로 연기감지는 chamber 내부의 공기가 방사선원으로부터 방출되는 α선에 의하여 항상 여기(勵起)되어, 이온대를 생성하고 여기에

센서의 양극 간에 DC 9V를 인가하면 약 15 pA 정도의 전리전류가 양극 간에 흐르고, 이 상태에서  $V_{out}$ 을 측정하면 5.5V 정도의 출력치를 나타낸다.

연기가 센서 안으로 들어오면 생성되어 있던 이온대와 연기입자가 결합하기 때문에, 상부 chamber의 전리 전류가 저하하고, 결과적으로  $V_{out}$ 는 연기 농도에 따라서 저하한다. 출력전압의 저하 정도로서 연기농도를 검지한다. 그림 3에 연기센서의 상세를 나타낸다.



- A : Base mount (PBT 수지)
- B : 내부극판 (SUS 304)
- C : 방사선원 ( 241Am, 18.5 KBq)
- D : 내부극판 (SUS 304)
- E : 중간전극 (SUS 304)
- F : 출력 신호선(테프론 피복선)
- G : 커버 (SUS 304)

그림 3. 연기센서 상세

## 2.4 휴대용연기감도시험기 메인 콘트롤부

휴대용연기감도시험기의 농도제어 및 풍속제어는 원격으로 리모콘을 이용하여 조작 및 제어가 가능하도록 하였으며, 마이크를 이용하여 회로를 설계하였다. 휴대용연기감도시험기의 본체 내에는 중앙제어부, 통신부로 나눌 수 있으며, 센서, Fan, Pump, Heater의 제어를 위해서 각각 회로를 구성하여 제어할 수 있도록 하였다.

그림 4는 중앙제어부의 회로 구성도를 나타낸 것으로 외부 리모콘의 조작에 의해 연기센서의 신호를 측정, 연기주입용 펌프를 제어하여 연기농도의 조절하고, 시험챔버 내의 풍속을 유지하기 위한 Fan의 속도제어, 연기를 발생하기 위한 Heater를 제어하여 시험에 필요한 요구사항에 적합하게 실험 할 수 있도록 하였다.

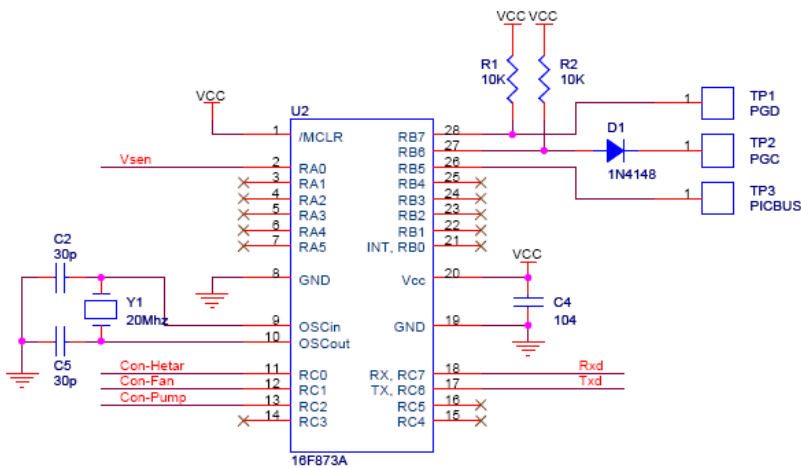


그림 4. 중앙제어부의 회로 구성도

그림 5는 통신부로서 본체의 제어용 회로와 연결하여 메인 컨트롤부와 리모콘이 통신할 수 있도록 구성하였으며, 전압레벨을  $\pm 10\text{ V}$  높여 리모콘과 케이블간의 선로 노이즈 및 전압강하 등에 의한 오동작을 줄여 통신할 수 있도록 하였다.

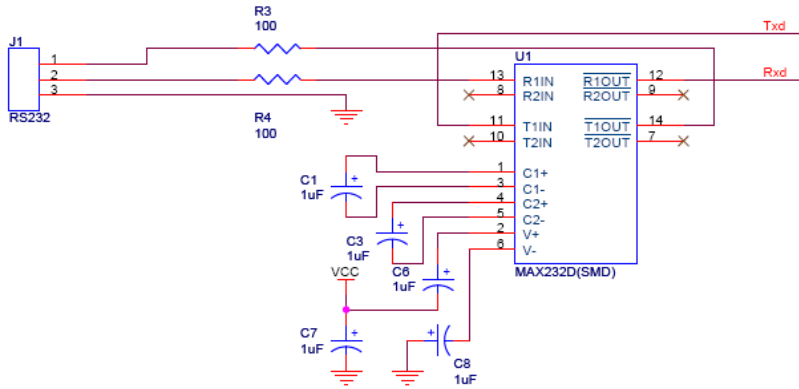


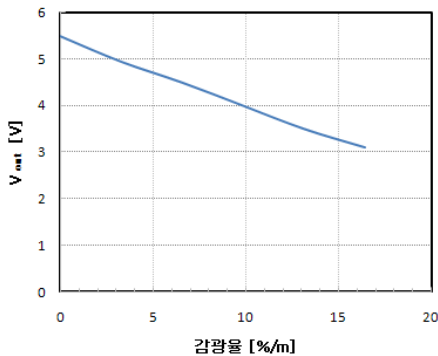
그림 5. 통신부의 회로 구성도

### 3. 실험 및 고찰

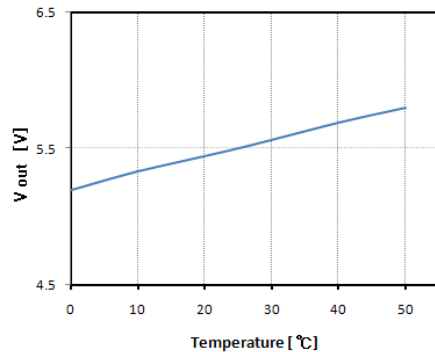
제작된 휴대용연기감도시험기에 있어서 검정기술기준에 맞도록 제작하기 위하여 이온화식 연기센서(이하 연기센서)에 대한 성능 결과는 다음과 같다.

#### 3.1 연기농도 및 온도변화에 따른 출력특성

그림 6 (a)는 여과지 2번을 연소시켜 얻은 연기에 대하여 연기센서의 연기에 대한 출력특성으로 0~ 15%/m의 감광율 변화에 따라 5.5 V ~ 3 V의 변화가 있음을 알 수 있다. 그림 6 (b)는 상대습도 60 %R.H에서 측정된 출력의 온도의존성으로 0 ~ 50 °C의 온도변화에 따라 연기센서의 출력전압의 변화가 5.2 V ~ 5.8 V로 직선적으로 변화하여 서미스터에 의해 보정을 하였다.



(a) 연기농도에 따른 출력 특성

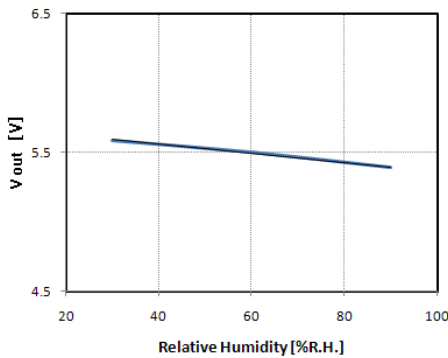


(b) 온도에 따른 출력특성

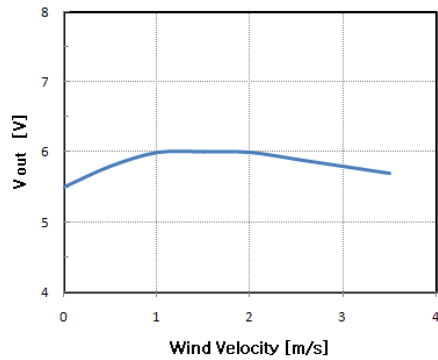
그림 6. 연기 농도 및 온도변화에 따른 출력특성

### 3.2 습도 및 온도변화에 따른 출력특성

그림 7 (a)는 주위온도 25 ℃에서 습도변화에 따른 연기센서의 출력특성을 나타낸 것으로 출력값이 5.6 V ~ 5.4 V으로 약간의 변화가 있어 습도에 의한 영향은 무시 가능한 수준이라고 생각된다. 그림 7 (b)는 0 ~ 3.5 m/sec 풍속의 변화에 따른 연기센서의 출력 변화는 풍속에 의해 생성하는 이온전류의 변화 때문에 1 m/sec 까지 약간의 변화가 있음을 알 수 있으나 검정기술기준에 의한 성능시험 시에는 풍속을 일정하게 유지하기 때문에 풍속의 영향을 무시 할 수 있다.



(a) 습도변화에 따른 출력 특성



(b) 풍속의 변화에 따른 출력특성

그림 7. 습도 및 풍속변화에 따른 출력특성

## 4. 결 론

본 연구는 휴대용연기감도시험기의 표준에 관한 연구로서 현장에 설치되어 있는 연기 감지기의 점검시 동양호지 2호를 사용하여 감지기의 오염을 줄이고, 농도 및 풍속의 조절이 가능하도록 하였다.

이에 따라 국가가 정하고 있는 검정기술기준의 감지농도에 의한 성능확인이 가능한 시험기가 개발되어 현장에서 표준화되고 정밀한 성능시험이 가능하게 되었다고 할 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 2008년 소방방재청 차세대핵심소방기술개발사업의 지원으로 이루어졌으며 본 연구를 수행하도록 지원한 소방방재청에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 차하나, 옥경재, 김시국, 이춘하, 지승욱, “화재감지기 현장점검의 문제점 및 개선방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.22, No.4, pp50-53(2008).
2. 한국소방산업기술원, “KOFEIS 0301, 감지기의 형식승인 및 검정기술기준·시험세칙(2005).