한국화재소방학회 논문지, 제23권 제3호, 2009년
[논 문]

J. of Korean Institute of Fire Sci. & Eng.
Vol. 23, No. 3, 2009

차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Standardization Tester for the Field Inspection of the Rate of Rise Spot Type Heat Detector

김시국 · 육현대 · 양승현* · 지승욱** · 이춘하†

Shi-Kuk Kim · Hyun-Dai Yuk · Seung-Hyun Yang* · Seung-Wook Jee · Chun-Ha Lee†**

호서대학교 소방방재학과, *(주)에쎄테크놀로지, **영남대학교 전기공학과
(2009. 5. 6. 접수/2009. 6. 19. 채택)

요 약

본 논문은 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기 개발에 관한 연구이다. 현재 소방점검 시 차동식스포트형열감지기의 성능확인을 위해 사용되는 점검기기(4 Type)들을 실험대상으로 선정하여 문제점을 찾고, 도출된 문제점을 바탕으로 차동식스포트형열감지기 형식승인 시 감도시험기준과 동일한 온도조건인 실온보다 30°C 높은 온도로 자동설정 할 수 있고 설정된 온도를 계속 유지할 수 있는 기능과 풍속조건인 풍속 85cm/s를 유지할 수 있는 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기의 회로를 설계하고 시제품을 제작하였다. 개발된 시제품의 성능확인 결과 차동식스포트형열감지기의 형식승인시험 시 감도시험조건과 동일한 성능이 나타나는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

This paper studied on the development of standardization tester for the field inspection of the rate of rise spot type heat detector. It was to find the problems of the 4 type's testers such as A type (electric bulb type), B type (halogen lamp type), C type (heating coil type), D type (fumigator type) which were used to check of the rate of rise spot type heat detector in inspection for the fire protection. To identify those problems, this paper described about the development of standardization tester for the field inspection of the rate of rise spot type heat detector and that have the function of auto setting temperature more 30°C higher than room temperature and keep the constant temperature. And keep the constant wind velocity of 85cm/sec. Performance verification results of the developed prototype that had same conditions such as the sensitivity test conditions at the type approval of the rate of rise spot type heat detector.

Keywords : Field inspection, Prototype, Auto setting temperature, Constant temperature

1. 서 론

화재발생시 감지기의 정상 작동여부는 인명과 재산을 화재로부터 보호할 수 있느냐 없느냐 판가름 하는 중요한 역할을 한다.[1] 그러나 감지기는 평상시에 사용하는 것이 아니라, 화재발생 시에만 그 기능을 수행하기 때문에 언제든지 본연의 기능을 정상적으로 발휘할 수 있도록 성능유지에 대한 점검이 정확하게 이루어져야 한다. 이에 따라 화재 시 감지기가 정확하게 동작할 수 있도록 소방검사를 법으로 규정하고 있다. 그러나 소방검사가 법으로 규정되어 있음에도 불구하고 화재발생시 감지기의 작동지연, 부작동 등 신뢰성 저하로 인하여 화재로 인한 인명 및 재산 피해가 줄어들지 않고 있는 추세이다. 이는 성능유지를 위한 소방검사가 실질적이지 못함을 내포하고 있으며, 유지관리기술 등 복합적인 문제점에 의해 나타난 결과이다. 지금까지 소방검사에 대한 기존 연구들은 주로 행정위주의 소방점검 제도상의 문제점을 연구하였으며, 점검기기에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 2005년 10월 한국산업기술시험원에서 소방시설점검용 측정기 교정시스템 및 개발에 관한 연구[2]가 이루어졌으나, 열감지기시험기의 경우 열이 발생하는지 여부 연기감지기시

† E-mail: leecha@hoseo.edu

험기의 경우 연기가 발생하는지 여부에 대한 교정시험만을 실시하였고, 감지기 성능을 확인하기 위한 감지기 형식승인 시 감도시험기준(KOFEIS 0301)과 동일한 온도조건과 연기농도조건의 감도시험 성능이 나타나는지에 대한 연구는 다소 부족하였다.

따라서 본 논문에서는 소방점검 시 차동식스포트형열감지기의 성능확인을 위해 사용되는 현장점검용 기기들을 실험대상으로 선정하여 신뢰성확인실험 및 성능확인실험을 실시하여 문제점을 찾고, 도출된 문제점을 보완하여 소방점검 시에 감지기의 정확한 성능확인을 위한 신뢰성 있는 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기를 개발하여 화재발생시 화재감지기의 정확한 작동성능을 확보하여 화재피해를 줄이고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 실 험

2.1 실험대상

Figure 1과 같이 소방점검 시 차동식스포트형열감지기의 성능확인을 위해 사용되는 현장점검용 기기인 A Type(백열전구식), B Type(할로겐램프식), C Type(가열코일식), D Type(훈증기식)의 4가지 방식의 기기를 실험대상으로 선정하였다. Table 1은 실험대상의 특징을 나타낸 것이다.

Table 1. Specifications of Experiment Object

Type Function	A	B	C	D
Temperature Control	O	X	X	X
Temperature Display	O	O	O	X
Temperature Sensor	NTC	NTC	NTC	-
Time Relay	-	O (290 s)	O (30 s)	-

2.2 실험방법

2.2.1 현장점검용 기기 신뢰성확인실험

현장점검용 기기의 신뢰성확인실험을 위하여 현재

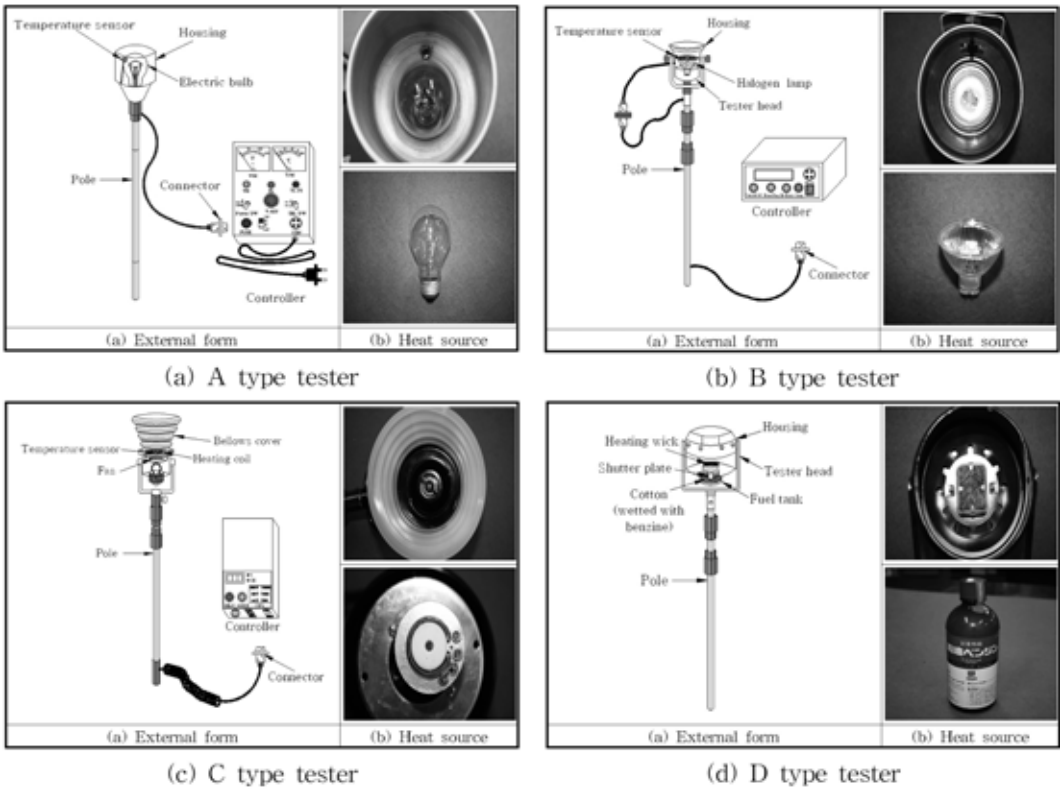


Figure 1. Experiment object.

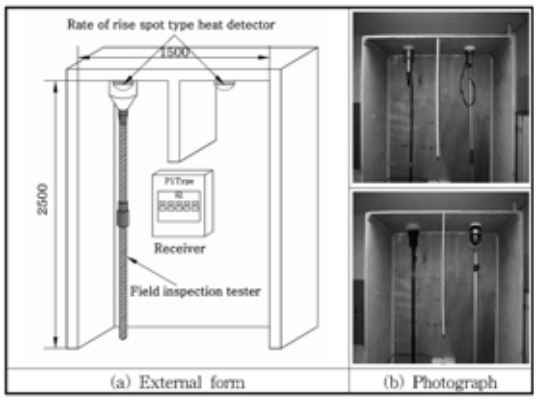


Figure 2. Schematic diagram of sensitivity testing equipment.

현장에 설치되어 사용 중에 있는 차동식스포트형열감지기 200개를 실험시료로 사용하여 감지기 형식승인 시 시험장비를 이용한 감도시험의 작동율과 현장점검용 기기를 이용한 감도시험의 작동율을 비교·분석하였다.

(1) 형식승인 시 시험장비를 이용한 감도실험

Figure 2는 한국소방산업기술원에서 감지기 형식승인 시 사용되는 차동식스포트형열감지기의 계단상승식 감도시험장비의 구성도를 나타낸 것으로 감지기 형식승인 및 검정기술기준 제14조(차동식스포트형감지기의 감도시험)에 의거하여 실온보다 30°C 높은 온도에서 풍속이 85cm/s인 수직기류에 투입하여 30초 이내에 감지기가 작동하는지 확인하였다.

(2) 현장점검용 기기를 이용한 감도실험

Figure 3은 현장점검용 기기를 이용한 차동식스포트형열감지기 감도실험의 구성도를 나타낸 것으로 현장점검용 기기의 작동순서에 의해 실험을 실시하여 차동

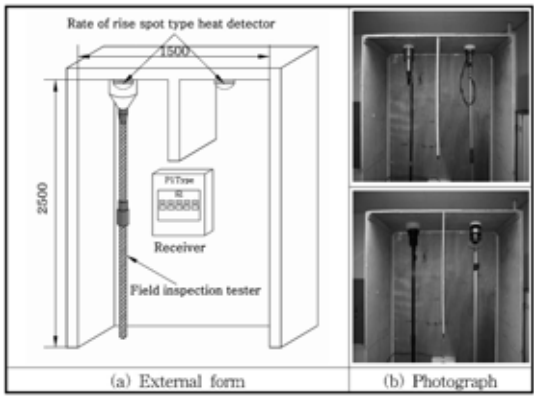


Figure 3. Schematic diagram of sensitivity experiment using tester for the field inspection.

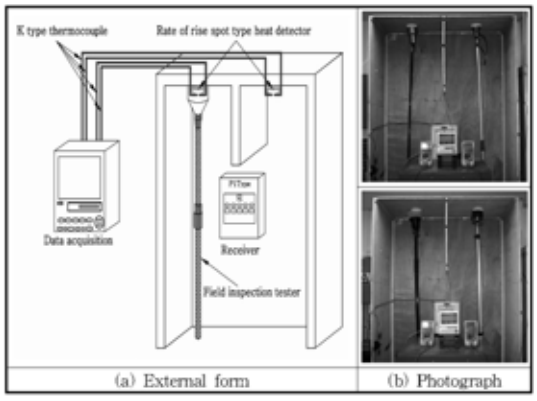


Figure 4. Schematic diagram of temperature measurement experiment.

식스포트형열감지기가 30초 이내에 작동하는지 확인하였다.

2.2.2 현장점검용 기기 성능확인실험

현장점검용 기기의 성능확인을 위해 다음과 같은 실험을 실시하였다.

(1) 현장점검용 기기 온도측정실험

Figure 4는 온도측정실험의 구성도를 나타낸 것으로 차동식스포트형열감지기 현장점검용 기기들을 대상으로 점검기기의 작동순서에 의해 실험을 실시하여 감지기 감열부에 도달되는 온도를 측정한 후 감기기 형식승인시험 시 온도조건과 비교하였다. 온도측정의 정확성을 위하여 차동식열감지기의 감열부에 K Type 열전대를 2개소에 설치하여 측정되는 온도의 평균값을 구하고 온도측정 시간은 2분으로 설정하여 실험을 실시하였다.

(2) 현장점검용 기기 표시온도 신뢰도실험

현장점검용 기기의 컨트롤러 디스플레이에 표시되는 온도의 신뢰도를 확인하고자, Figure 4와 동일한 구성장치를 이용하여 감지기 감열부에서 측정되는 온도 T_H와 현장점검용 기기의 컨트롤러 디스플레이에 표시되는 온도 T_D를 비교하여 온도차 $\Delta T(T_H\text{-}T_D)$를 측정하였다. 현장점검용 D type 기기는 컨트롤러가 없는 기기로 온도측정이 불가능하므로 실험에서 제외하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 현장점검용 기기 신뢰성확인실험결과

Figure 5는 차동식스포트형열감지기의 감도실험결과 작동율을 그래프로 나타낸 것으로 감지기 형식승인 시

사용되는 시험장비를 이용한 감도시험과 현장점검용 기기들을 이용한 감도시험의 경우 작동율에서 약 18.0% 이상 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과 현재 소방점검 시 차동식스포트형열감지기의 성능확인을 위해 사용되는 현장점검용 기기는 형식승인시험 시 작동율보다 높은 작동율을 나타내어 신뢰성이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

3.2 현장점검용 기기 성능확인실험결과

3.2.1 현장점검용 기기 온도측정실험

Figure 6은 온도측정실험결과를 나타낸 것으로 감지기 형식승인시험 시 온도조건은 실온보다 30°C 높은 일정한 온도조건에서 감도시험이 실시되고 있으나, 현장점검용 기기의 온도조건은 A Type 점검기기의 경우 초기 30초에는 실온 대비 +50°C, 60초 후에는 실온 대비 +50°C, B Type 점검기의 경우 초기 30초에는 형식승인 기준과 유사한 실온 대비 +33°C, 60초 후에는 실온 대비 +46°C, C Type 점검기의 경우 초기 30초에는 실온 대비 +54°C, 60초 후에는 실온 대비 +65°C, D Type 점검기의 경우 초기 30초에는 실온 대비 +25°C, 60초 후에는 형식승인 기준과 유사한 실온 대비 34°C 높은 온도에서 감도시험이 실시되는 것을 볼 수 있었으나, 모든 현장점검용 기기들은 실온보다 30°C 높은 온도를 유지할 수 있는 기능이 없어 점검시간이 경과할수록 더 높은 온도에서 감도시험이 실시되는 것을

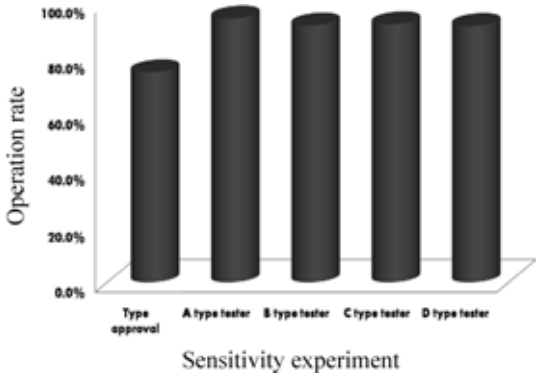


Figure 5. Results of sensitivity experiment.

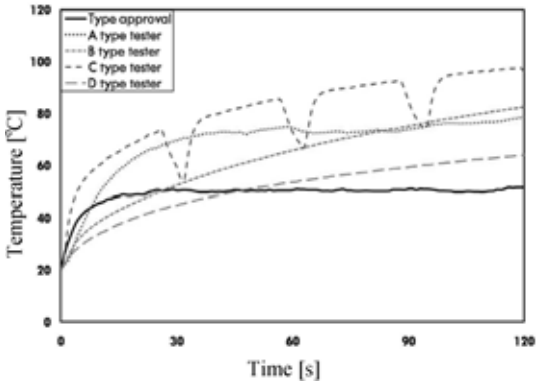


Figure 6. Result of temperature measurement experiment.

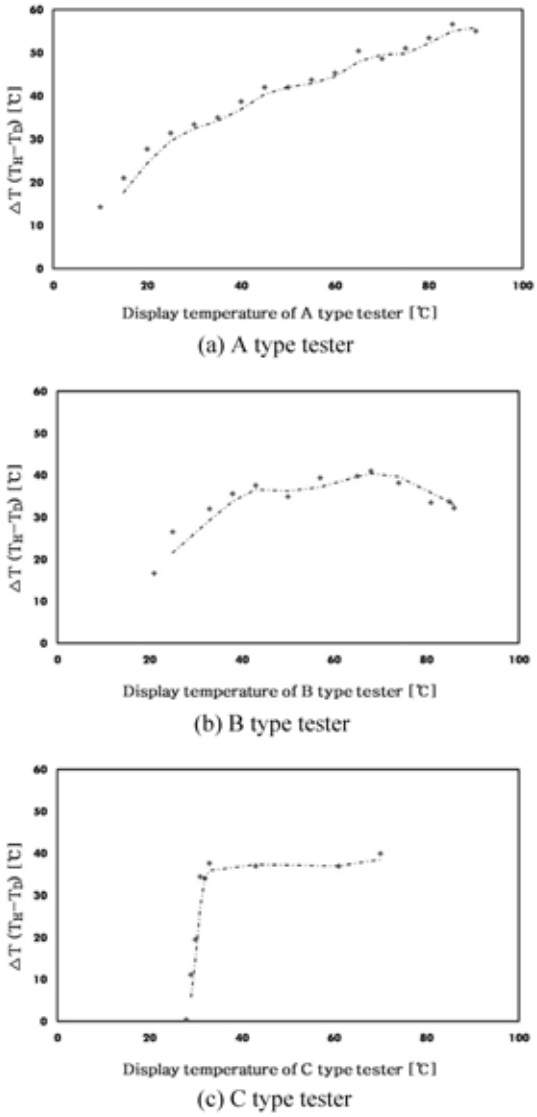


Figure 7. Result of the temperature difference between T_H and T_D.

확인할 수 있었다.

3.2.2 현장점검용 기기 표시온도 신뢰도실험

Figure 7은 감지기 감열부에서 측정되는 온도 T_H와 현장점검용기기의 컨트롤러 디스플레이에 표시되는 온도 T_D의 온도차 $\Delta T(T_H\text{-}T_D)$를 측정한 결과를 그래프로 나타낸 것으로 A Type 점검기의 경우 온도차 ΔT가 최대 55°C, B Type 점검기의 경우 온도차 ΔT가 최대 40°C, C Type 점검기의 경우 온도차 ΔT가 최대 41°C로 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

4. 시제품제작 및 성능실험

기존 차동식스포트형열감지기 현장점검용 기기의 문제점을 분석해 본 결과 정확한 온도측정 및 온도설정, 온도유지 및 풍속유지의 문제점을 도출할 수 있었다. 이는 기존 현장점검용 기기들은 NTC(Negative Tem- perature Coefficient) 서미스터를 온도센서로 사용하고 있어, NTC 서미스터의 경우 일정온도 범위 내에서는 서미스터의 자기 발열이 작아 출력전압이 전류에 비례하여 일정구간 직선형(Linear)으로 나타나지만 일정온도 범위를 지나면 저항이 급격히 감소하여 전압과 전류의 관계가 비선형(Nonlinear)으로 나타나 이로 인해 정확한 온도측정 및 온도보상이 어려운 단점을 가지고 있다. 또한, 현장점검용기기 중 릴레이를 사용한 기기들을 보면 타임릴레이에 의해 일정 시간이 경과되면 동작이 자동 정지하는 동작제어만 할 뿐 온도에 따른 제어기능이 없다. 이로 인해 타이머가 동작되기 전까지 온도가 매우 높게 올라가는 문제점이 발생하였다.

따라서 도출된 문제점을 바탕으로 시제품제작 개발의 중점사항으로 정확한 온도측정이 가능하고 감도실험을 실시함에 있어 감지기 형식승인 시험 기준과 동일한 조건인 감지기 감열부에 도달되는 온도가 실온보다 30°C 높은 온도로 자동설정 할 수 있는 Auto temperature setting 기능과 그 온도를 계속 유지할 수 있는 Constant temperature 기능, Fan에 의한 풍속 85 cm/s를 유지할 수 있는 기능을 갖춘 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기의 회로를 설계하고 시제품을 제작하여 그 성능을 확인하였다.

4.1 회로설계 및 시제품개발

입력부로 온도센서 중 온도에 따른 전압의 출력이 선형적인 반도체형 온도센서 LM 35 2개(Room temperature, Sensing Temperature)를, 출력부로 기계식 릴레이보다 반응 속도가 빠르고 높은 신뢰도와 반영구적인 수명을 가지는 무접점릴레이(SSR-Solid State Relay)를, 제어부로 마이크로컨트롤러 중 신뢰도와 정확도가 가장 좋은 ATMEL사의 ATmega 128을 사용하

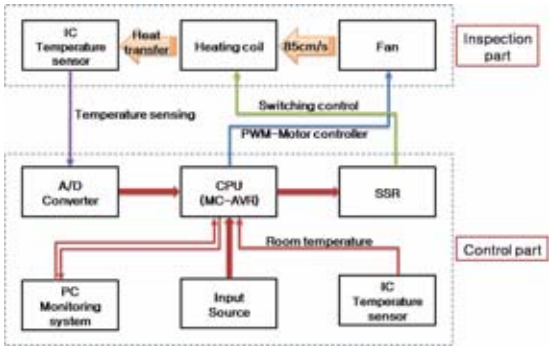
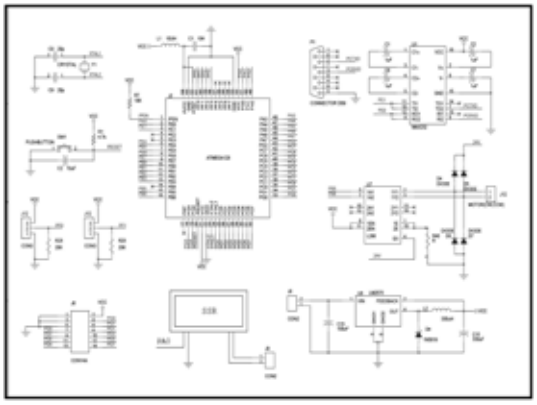
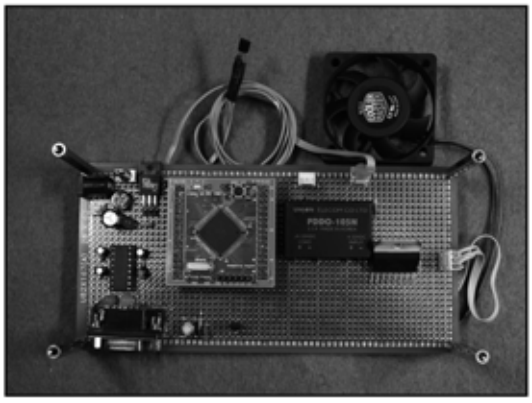


Figure 8. Block diagram.



(a) Circuit diagram



(b) Photograph

Figure 9. The developed prototype.

여 차동식스포트형열감지기 현장점검용 시제품을 개발하였다. Figure 8은 새로이 개발된 시제품의 블록도를 나타낸 것으로 전원입력부에 전원을 공급하면 정전압 레귤레이터인 LM 7805에 의해 5V의 정전압이 회로전체에 공급하게 된다. 입력부인 반도체형 온도센서 LM35에서 온도측정이 시작되면 측정된 온도를 마이크로컨트롤러인 ATmega 128에서 인식하게 됨과 동시에 점검부에 설치된 LM 35에서 측정되는 온도가 실온보다 30°C 높은 온도가 되면 ATmega 128에서 무접점릴레이 SSR에 신호를 보내어 무접점릴레이의 스위칭 작용을 조절함으로서 열원에 흐르던 전류가 On/Off 방식으로 반복 제어되어 일정온도를 계속 유지하게 된다. 또한, ATmega 128의 PWM(Pulse Width Modulation) 제어기능을 이용하여 Motor driver인 L298N을 통해 풍속 85cm/s를 유지하도록 Fan의 속도제어를 하였다. 추가적으로 열감지모니터링을 위하여 통신 입 · 출력 인터페이스인 MAX 232를 통해 PC로 통신이 가능하도록 하였다. Figure 9는 개발된 시제품의 회로도 및 사진이다.

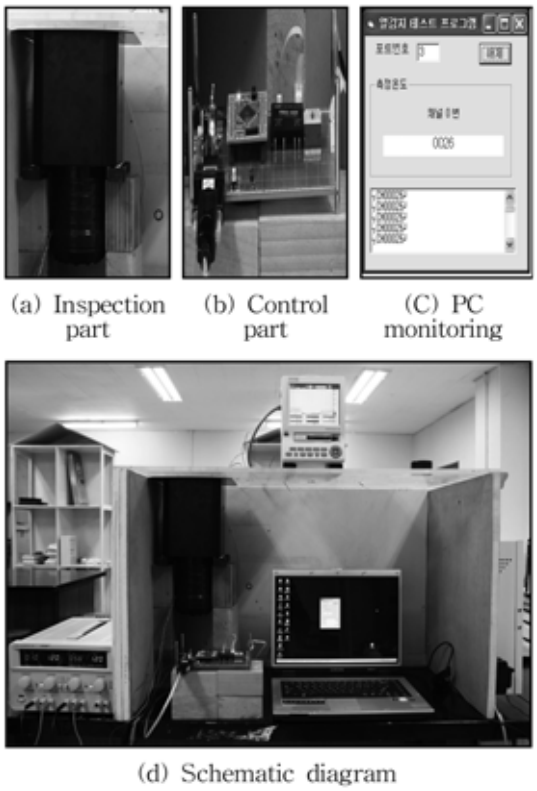


Figure 10. Photograph of schematic diagram of temperature experiment.

4.2 성능실험

4.2.1 실험방법

(1) 온도측정실험

Figure 10은 온도측정실험의 구성도를 나타낸 것으로 차동식스포트형열감지기 형식승인시험 기준과 동일한 조건인 감지기 감열부에 도달되는 온도가 실온보다 30°C 높은 온도로 자동설정 할 수 있는 Auto temperature setting 기능과 그 온도를 계속 유지할 수 있는 Constant temperature 기능을 확인하였다. 실험의 정확성을 위하여 감지기 감열부에 K Type 열전대를 2개소에 설치하고 PC에서 모니터링되는 온도와 비교하였다.

(2) 풍속측정실험

Figure 11은 풍속측정실험의 구성도를 나타낸 것으로 풍속계를 이용하여 차동식스포트형열감지기 감열부에 도달되는 풍속이 85cm/s로 유지되는지 확인하였다.

(3) 성능확인실험

현장점검용 기기의 신뢰성확인실험에 사용되었던 차

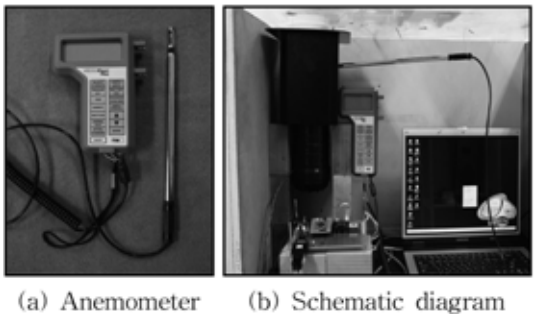


Figure 11. Photograph of schematic diagram of wind velocity experiment.

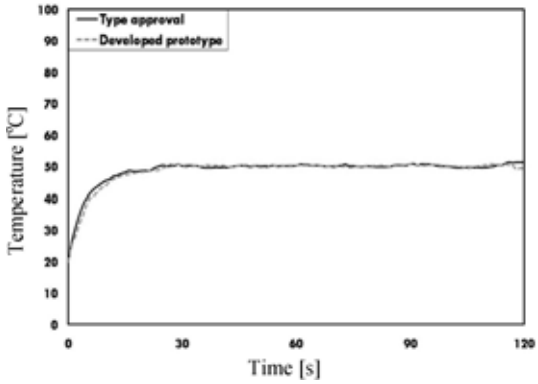


Figure 12. Result of temperature experiment of the developed prototype.

동식스포트형열감지기 200개를 대상으로 개발된 시제품을 이용하여 감도실험을 실시한 후 기존 현장점검용 기기를 이용한 감도실험의 작동율과 비교하였다.

4.2.2 실험결과

(1) 온도측정실험

Figure 12는 개발된 시제품의 온도측정 실험결과로 감지기 형식승인 시 기준과 유사한 온도로 측정되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 점검부의 LM 35에서 측정되는 Sensing 온도가 컨트롤러의 LM 35에서 측정되는 Room 온도보다 30°C 높은 온도가 되었을 때 마이크로컨트롤러인 ATmega 128에서 무접점릴레이 SSR에 신호를 보내어 무접점릴레이의 스위칭 작용을 조절함으로서 열원에 흐르던 전류가 On/Off 방식으로 반복 제어되어 일정온도를 계속 유지할 수 있는 것이다.

(2) 풍속측정실험

Figure 13은 개발된 시제품의 풍속측정 실험결과로 감지기 형식승인 시 기준과 유사한 풍속으로 측정되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 그래프에서 보는 것처럼 풍속의 경우 점검부의 체적이 작기 때문에 풍속 85 cm/s에서 ±3cm/s 정도의 오차가 나타나는 것을 볼 수 있었다.

(3) 성능확인실험

Figure 14는 차동식스포트형열감지기 200개를 대상으로 개발된 시제품을 이용한 감도시험 결과를 그래프로 나타낸 것으로 기존 현장점검용 기기를 이용한 감도실험의 경우 감지기 형식승인 시 감도실험의 작동율과 약 18.0% 이상 차이가 나타났지만, 개발된 시제품을 이용한 감도시험의 경우 감지기 형식승인시험 시 감도시험과 작동율편차가 약 3% 미만으로 유사한 작동율이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

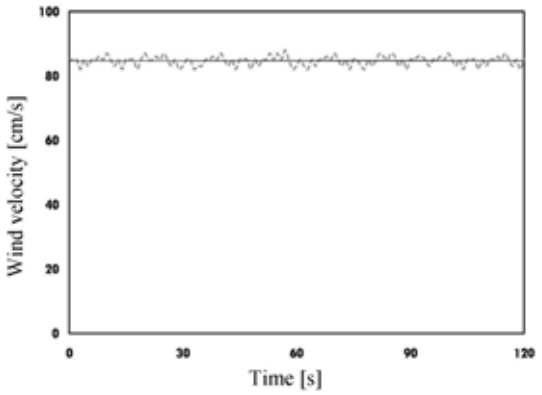


Figure 13. Result of wind velocity experiment of the developed prototype.

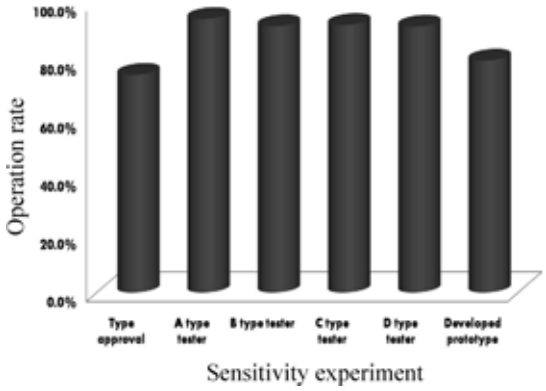


Figure 14. Results of sensitivity experiment of the developed prototype.

5. 결 론

본 논문은 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기 개발에 관한 연구로서 현재소방점검 시 차동식스포트형열감지기의 성능확인을 위해 사용되는 현장점검용 점검기기(4 Type)들을 실험대상으로 선정하여 점검기기의 문제점을 도출하고, 도출된 문제점을 보완하여 소방점검 시에 감지기의 정확한 성능확인을 위한 신뢰성 있는 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기를 개발하여 그 성능을 확인하였다.

1. 감지기형식승인 시 사용되는 시험장비를 이용한 감도시험과 현장점검용 기기를 이용한 감도시험의 경우 작동율에서 약 18% 이상 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

2. 현장점검용 기기 성능확인실험결과 형식승인시험 시 온도조건은 실온보다 30°C 높은 일정한 온도조건에서 감도시험이 실시되고 있으나, 현장점검용 기기의 온도조건은 온도유지기능이 없어 시간이 경과함에 따라 온도가 계속 상승해 고온의 온도조건에서 감도시험이 실시되는 것을 확인할 수 있었으며, 정확한 온도측정의 문제점이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

이상과 같이 도출된 문제점을 바탕으로 감지기 형식승인시험 기준과 동일한 조건인 감지기 감열부에 도달되는 온도가 실온보다 30°C 높은 온도로 자동설정 할 수 있는 Auto temperature setting 기능과 그 온도를 계속 유지할 수 있는 Constant temperature 기능, Fan에 의한 풍속 85cm/s를 유지할 수 있는 기능을 갖춘 차동식스포트형열감지기 현장점검용 표준화기기의 회로를

설계하고 시제품을 제작하였다.

개발된 시제품의 성능실험결과 감지기 형식승인시험기준과 유사한 온도 및 풍속으로 측정되는 것을 확인할 수 있었고 기존 현장점검용 기기들과 작동율을 비교한 결과 감지기 형식승인 시에 사용되는 시험장비를 이용한 감도시험의 작동율과 작동율편차가 약 3% 미만으로 유사한 작동율이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

따라서 개발된 시제품은 기존 현장점검용 기기들과 대비하여 신뢰성 있는 차동식스포트형열감지기 현장점검용 기기로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 현장점검용 표준화기기로 사용하기 위해서는 향후 개발제품의 반복적인 성능확인 실험을 실시하여 화재발생시 조기감지성능 확보로 자동화재탐지설비의 신뢰성을 제고하여 화재피해를 줄일 수 있는 장비로 활용하고자 한다.

참고문헌

1. 정영태, “과학적인 소방검사 실행과 시정조치”, 중앙소방학교 테마 消防學 講解, p.641(2001).
2. 최영호, “소방안전점검 민간위탁 방안에 관한 연구”, 전남대학교 대학원 행정학과 석사학위논문, pp.36-41(2006).
3. 차하나, 옥경재, 김시국, 이춘하, 지승욱, “화재감지 현장점검의 문제점 및 개선방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.22, No.4, pp.50-53(2008).
4. 기술표준원, “소방시설 점거용 측정기 교정시스템 및 교정기준 개발 연구”(2005).
5. 백원돈, 김시국, 옥경재, 이춘하, 지승욱, “이온화식연기감지기의 사용기간에 따른 응답특성 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.22, No.4, pp.61-64(2008).
6. 한국소방산업기술원, “감지기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)”(2006).
7. 한국소방산업기술원, “감지기의 형식승인 및 검정시험세칙(KOFEIS 0301관련)”(2006).
8. 진경시, 김경화, 김남오, 고봉철, “센서의 기초”, 태영문화사(2002).
9. 문광명, 김경만, 이영희, 이황재, “센서의 이해와 실험”, 태영문화사(2005).
10. 정민수, 강창수, 권성재, 임정희 황운택, 오규종, 오재규, “전자회로”, 복두출판사(2007).
11. 한국화재보험협회, “NFPA 72(National Fire Alarm Code)”(1993).
12. Robert M. Gagnon and Ronald H. Kirby, “A Designer`s Guide to Fire Alarm Systems”, NFPA, pp.213-236(2003).
13. Richard W. Bukowski and Wayne D. Moore, “Fire Alarm Signaling Systems”, NFPA, pp.105-107 (2003).
14. UL 521, “Heat Detectors for Fire Protective Signaling Systems”(1999).
15. BS EN 54-5, “Fire Detection and Fire Alarm System - Part 5: Heat Detectors-Point Detectors”(2003).
16. Jacob Fraden, “Handbook of Modern Sensors”, Third Edition, pp.457-498(2004).