

B-16

광전식감도시험기의 발광부와 수광부 작동원리에 관한 연구

A Study on the Operating Principle of the Light-emitting and -receiving Part of the Photoelectric Sensitivity Tester

윤현주*, 권성필**, 김형권**, 사공성호***

Yoon, Hun Ju · Kwon, Seong Pil · Kim, Hyeong Gweon · Sakong, Seong Ho

Abstract

The advanced technical data collected from home and abroad have properly been analyzed, so that they are useful to improve the photoelectric sensitivity tester. The results of this study have quickly been supplied to the related industry. Our research and development team has verified the response characteristics of the light-emitting and -receiving part of the photoelectric sensitivity tester in order to help the local manufacturer to study, develop and produce their photoelectric detectors.

key words : Light-emitting part, Light-receiving part, Photoelectric sensitivity tester.

1. 서 론

연기감지기는 화재발생시 생성되는 연기미립자를 감지하여 수신기에 발신함으로써 화재경보 또는 화재진압 설비를 작동시키는 자동화재탐지설비의 주요 구성요소의 한 부분을 이룬다. 인명 및 재산피해를 방지하기 위하여 설치장소에 따라 주위 공기가 일정 농도의 연기를 포함하게 되는 경우 감지농도에 따라 설치된 연기감지기가 정확하게 작동하여 인명 및 재산 피해의 발생을 방지하는 기능을 확실하게 수행하여야 한다. 따라서 감지기의 감지농도에 따른 종별 분류를 하기 위하여 사용하는 광전식감도시험기의 발광부와 수광부 작동원리에 대한 연구를 수행하고자 하였으며 그림 1에 시험기 챔버(chamber)와 그림 2에 제어부를 나타내었다.

본 논문에서는 광전식감도시험기의 발광부와 수광부의 작동원리를 연구함으로써 연기농도, 풍속기류 조건 하에서의 감지농도 응답특성을 분석 정립함으로 시험기의 표준화를 통한 성능위주의 설계기법 개발을 위한 기반 기술자료로 활용하고자 연구를 수행하였다.

2. 광전식감도시험기의 구조

광전식감도시험기에 사용하고 있는 감광식 농도계 측정범위는 측정거리 1.0[m]에 대한 감광율 농도를 DC 2[mV] 범위에서 36[%]의 농도로 환산하여 감지기의 농도를 적용 시험하여 종별 분류를 한다. Lambert-Beer 법칙을 이용하여 측정거리 0.5[m], 인가전압 DC 10[mV] 범위에서 Full Scale 100[%]를 측정범위로 하여 계산을 하였다. 감지기의 분류방법 중 1종의 경우 1[m]당 감광율을 1.5K(K=5) 농도의 연기를 포함하는 감광율로 하였다. 이 경우 전기적으로 사용하는 광원용 램프는 색온도 2,800[K]인 DC 12[V], 15[W] 백열전구를 사용하였다.

* 정회원·한국소방검정공사 소방기술연구소 연구개발팀장·E-mail: yyhju@hanmail.net

** 정회원·한국소방검정공사 소방기술연구소 연구개발팀

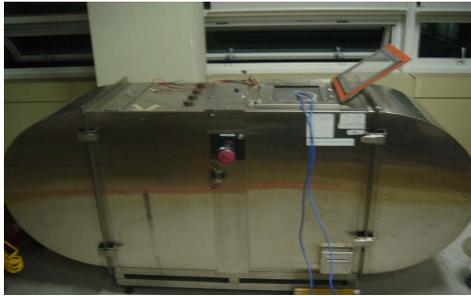


그림 1. 시험기 챔버



그림 2. 제어부



그림 3. 수광부



그림 4. 발광부

수광부용 세렌광전지는 직경 $\varnothing 45$ 인 광전지를 사용하였으며 수광부용 부하저항으로는 다이얼형가변저항기 0.1~1,111[Ω]저항치 범위로 $\pm 0.15 \sim \pm 3[\%]$ 의 것을 사용하였다. 농도계 측정회로용 기준전압계는 정격출력 DC 0~10[mV]의 전압을 사용하여 측정하였다. 기류순환방식에 의해 사용되는 광원램프의 위치 결정방법으로는 감광식 농도계의 위치가 올바르게 설정되어 있는가를 확인한 후 광원을 규정의 인가전압으로 점등시켜서 수광부 렌즈면 전면에 빛이 도달한 상태로 하여 조정부로 조정한다. 발광부와 수광부의 고정 위치 결정은 중앙이 일치할 수 있도록 빛이 모이는 상태로 위치를 결정하여 시험기에 발광부와 수광부를 부착한 후 수광부의 구조에 세렌광전지를 고정 설치하였으며 그림 3에 수광부와 그림 4에 발광부를 나타내었다.

3. 실험결과

0.5[m] 감광율에 의한 1.0[m] 감광율 환산방법은 Lambert-Beer법칙에 의한 방법으로 구하였다. Lambert-Beer 법칙이란 입사광의 강도 I_0 와 투과광의 강도 I_t 비율이 광을 통과하는 길이에 비례하여 $\log(I_0/I_t)=kd$ 가 성립하는 Lambert법칙과 흡수된 광의 흡수는 통과하는 물질의 농도에 비례한다는 Beer의 법칙을 합한 것으로 입사각에 대한 투과광의 관계 $I = I_0 e^{-kl}$ 에서 I_0 는 입사광의 농도, I_t 는 투과광의 농도, l 은 광로길이, k 는 감광계수의 정수로 하여 구하였다. $l = 0.5m$ 및 $l = 1m$ 의 투과도 관계에서 양변에 각각 대수 관계를 적용하면 아래의 식(1)과 같이 구할 수 있다.

$$\frac{\log\left(\frac{I_t}{I_0}\right) = -k}{\log\left(\frac{I_{0.5}}{I_0}\right) = -0.5k} = 2 \quad (1)$$

*** 정희원·한국소방검정공사 소방기술연구소장

따라서, 감광율 E 를 구하면 아래와 같이 식(2)으로 나타낼 수 있다.

$$E = \left(1 - \frac{I}{I_0}\right) \times 100[\%] \quad (2)$$

$l = 1$ 의 감광율을 E_1 , $l = 0.5$ 의 감광율을 $E_{0.5}$ 관계식에서 아래의 식(3), (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\left(1 - \frac{E_1}{100}\right) = \left(1 - \frac{E_{0.5}}{100}\right)^2 \quad (3)$$

$$E_1 = 2E_{0.5} - \frac{(E_{0.5})^2}{100} \quad (4)$$

식(3)에 의해 1[m]의 감광율 E_1 과 0.5[m]의 감광율 $E_{0.5}$ 의 환산치를 구하여 10[mV]를 기준으로 0~100[%]까지의 투과거리에 따른 0.5[m] 및 1[m]에서의 감광율을 각각 계산하여 그림 3에 나타내었다.

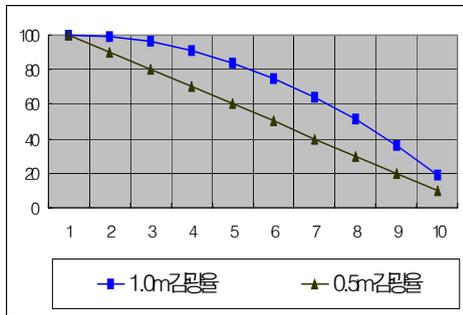


그림 5. 0.5[m] 및 1[m] 감광율

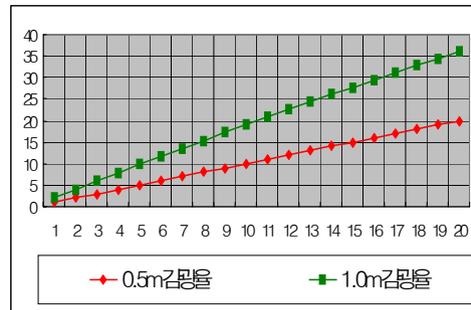


그림 6. 0.5[m]와 1[m] 감광율 대응출력

1m 감광율 기록계 Scale에 있어서 10[mV]시의 감광율의 값은 0.5[m] 감광율로 표시할 수 있기 때문에 이것을 환산값에 따라 1[m]감광율 범위로 전환하여 나타낼 필요가 있다. 또한 10[mV], 0~100[%] 범위를 사용 세분화하여 데이터값을 구한 후 사용범위만을 확대 FULL SCALE을 적용하여 DC 10[mV] 구간 중 DC 8[mV]을 역바이어스한 후 8~10[mV]의 데이터 구간값 2[mV]에 대응한 농도를 계산하였다. 그림 5에 0.5[m]와 1[m] 감광율을 나타내었으며 그림 6에 대응출력을 환산 각각의 데이터 값을 계산하여 나타내었다. 이에 따른 투과거리의 세렌광전지 출력 및 감광농도를 표 1, 표 2에 나타내었다.

표 1. 1[m] 감광율에 대응한 수광부의 세렌광전지 출력

[%/m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
[mV]	2	1.90	1.85	1.80	1.75	1.70	1.64	1.59	1.54	1.49	1.43	1.38	1.33	1.27	1.22	1.17
[%/m]	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	32	34	36
[mV]	1.11	1.06	1.00	0.94	0.89	0.83	0.77	0.72	0.66	0.60	0.50	0.44	0.37	0.25	0.12	0

표 2. 투과거리에 따른 0.5[m] 및 1[m]에서의 감광농도[%]

감광율 0.5[m]	대응 Data 1[m]	측정 Data 1[m]
5	9.99	9.75
15	19.99	19.00
20	29.98	27.75
25	39.96	36

4. 결론

본 연구의 목적은 감지기검정기술기준에 의한 광전식감지기의 감도시험을 위한 시험장치로 활용되고 있는 광전식감도시험기의 작동원리에 관한 연구를 수행함에 있어 첫째, 시험기의 발광부와 수광부 등의 작동원리 분석을 통한 전문지식 습득 계기 마련으로 기술기반 구축 둘째, 시험기 표준화를 위한 기술기준 개발 및 성능 표준화 기반자료로 활용 셋째, 광전식감지기 자동시험장치 개발 자료로 활용하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 광전식감도시험기의 작동원리를 이해함과 동시에 주된 역할을 하고 있는 발광부와 광기 전력 효과를 이용한 광전지 셀을 이용한 세렌광전지의 수광부 원리를 통하여 감광율 환산 및 분석을 통하여 DC 10[mV] 감광율의 값을 0~100[%]에서 측정된 결과 0.5[m] 투과율의 값 95[%], 90[%], 85[%], 80[%]에서 각각의 감광율을 계산한 결과 5[%], 10[%], 15[%], 20[%] 순으로 대응한 농도값을 구할 수 있다. Lambert-Beer법칙을 이용하여 0.5[m]에서 측정된 감광율의 데이터 값을 1[m] 감광율에 대응한 값으로 변환하여 계산하였다.

측정 전압값 10[mV]에서 0~100[%] 단위로 계산된 값을 실질적으로 사용하는 감도시험 농도를 세분화하였다. 측정 정밀도를 향상시키기 위하여 사용 범위만을 확대 적용한 Full Scale을 적용하여 DC 10[mV]중 8[mV]를 역바이어스 한 8~10[mV]의 변화분을 2[mV]로 적용하여 농도를 표시하고자 하였다. 0.5[m]에 대응한 1[m]의 감광율에 대한 이론값을 계산한 결과 9.99[%], 19.99[%], 29.98[%], 39.96[%]의 값을 구할 수 있었으며 이론값과 실측값을 측정 비교한 결과 1[m] 감광율 측정값은 9.75[%], 19.00[%], 27.75[%], 36[%]의 실측치를 구할 수 있었다. 이에 대응한 빛에너지를 전기에너지로 변환하는 세렌광전지의 출력값을 측정된 결과 실질적으로 사용하는 1[m]당 감광농도의 측정범위에서 1.51[mV], 1.00[mV], 0.49[mV], 0[mV]의 실측값을 각각 측정할 수 있었다.

본 과제연구를 통하여 광전식감도시험장치의 발광부와 수광부에서 적용하고 있는 측정감도에 대한 작동원리를 이해함으로써 내적역량을 강화하고자 하였다. 또한 기술전문가 토대마련을 위한 기반자료로의 활용을 목적으로 자동화제설비 중 조기감지를 통해 거주가능시간 확보 및 피난안정성 확보를 위한 ACTIVE SYSTEM 구현을 위한 데이터베이스 구축시스템으로 활용하고자 하였으며 시험장치의 표준화를 위한 기술기반자료로 활용될 수 있도록 연구하였다.

감사의 글

본 연구는 2007년 한국소방검정공사의 소방기술기준 선진화사업으로 이루어진 것으로 연구를 수행하도록 지원한 공사에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 감지기의 형식승인 및 검정기술기준·시험세칙, 한국소방검정공사, 2005. 12. 30
2. 소방기기 국제표준규격 동향 VII, 한국소방검정공사, V01. 6, No.1, 2003. 6
3. ANSI/UL 268, Standard for Smoke Detectors for Fire Alarm Signaling System, 2003 edition
4. NFPA 72A, National Fire Alarm Code, 1993 edition