

## 이온화식연기감지기의 사용기간에 따른 응답특성 연구 A Study on the Response Characteristics Depending on Service Life of Ionization Smoke Detector

백원돈 · 김시국 · 옥경재 · 이춘하<sup>†</sup> · 지승욱\*

Won-Don Baek · Shi-Kuk Kim · Kyung-Jea Ok · Chun-Ha Lee<sup>†</sup> · Seung-Wook Jee\*

호서대학교 소방방재학과, \*영남대학교 전기공학과  
(2008. 7. 18. 접수/2008. 11. 6. 채택)

### 요 약

본 논문은 이온화식연기감지기의 사용기간에 따른 응답특성 연구로서 소방대상물에 설치되어 환경의 영향을 받은 5년 이상된 이온화식연기감지기 360개를 시료로 사용하였다. 사용기간에 따른 이온화식연기감지기의 응답특성을 평가하기 위한 실험방법은 ‘감지기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)’에서 정한 기준에 따라 작동 및 부작동 실험을 실시하였다. 실험결과 사용기간이 오래될수록 이온화식연기감지기의 응답특성이 현저하게 저하되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 일정기간이 경과된 이온화식연기감지기는 조기화재감지를 위해 교체되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

This paper studied on the response characteristics depending on service life of ionization smoke detector. The experimental samples used ionization smoke detectors (360 EA) for over 5 years which were influenced by environment set up with fire objects. The experimental method performed operate and non-operate test according to ‘Type Approval and Technical Regulation of Detector (KOFEIS 0301)’, for estimate the response characteristics of ionization smoke detector depending on service life. The results showed that their response characteristics were rapidly decreasing when the longer their using period. Accordingly, it is desirable that ionization smoke detector has to be changed for early fire detection when passed their service life.

**Keywords :** Performance variation, Using period, Ionization smoke detector, KOFEIS 0301

## 1. 서 론

현대 사회는 생활환경의 편리성 및 고급화 추구로 인해 건물 내에서 인화성 높은 내장재를 사용함으로써 화재발생시 높은 발열량과 다양한 연소생성물의 발생으로 인명 및 재산피해가 증가하는 추세에 있다.<sup>1)</sup> 화재발생시 인명 및 재산피해의 규모를 최소화 할 수 있는 예방설비가 자동화재탐지설비의 감지기의 정상작동임에도 불구하고 그 역할의 중요성을 간과한 채 오로지 법적인 조건을 충족시키기 위한 임시방편으로 사용되는 경우가 많이 있다. 따라서 현재 소방대상물에 설치되어 사용 중에 있는 감지기가 사용기간의 경과에 따라 제 성능의 응답특성을 계속 유지하고 있는지 연

구해 볼 필요성이 있다.

본 연구에서는 우리나라에서 사용하고 있는 감지기 중 Sub-Micron 크기의 연기입자에 반응하는<sup>2,3)</sup> 이온화식연기감지기(2종)를 시료로 선정하여, ‘감지기의 형식승인 및 검정기술기준’에 따라 실험을 실시하고 사용기간에 따른 응답특성을 연구하여 보다 신뢰성 있는 화재경보 System의 유지관리를 위한 감지기의 적정한 내구연한을 설정하는 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험

### 2.1 시료

본 연구에 사용된 시료는 현재 소방대상물에 설치되어 사용 중인 이온화식연기감지기(2종)로 선정하였으며, 시험체 선정지역은 서울, 대전, 대구, 부산지역이며

<sup>†</sup>E-mail: leechea@hoseo.edu

**Table 1.** Experiment samples of ionization smoke detector with service life

Service Life	No. of Samples
5~10 years	120 EA
11~15 years	120 EA
Over than 15 years	120 EA
Total	360 EA

건물용도는 아파트, 병원·호텔, 상업용건축물, 학교를 대상으로 건물소유주의 협조 하에 소방설비공사 전문업체등을 통하여 수거하였다.

Table 1은 사용년도별 수거내역을 나타낸 것으로 수거된 시료가 지역 및 건물용도별로 편차가 나타나서 사용년도별로만 분류하였다. 또한 근래의 경우 이온화식연기감지기의 사용이 줄어들어 5년 미만의 시료는 수거량이 적어 사용년도별 분류에서 제외시켰다.

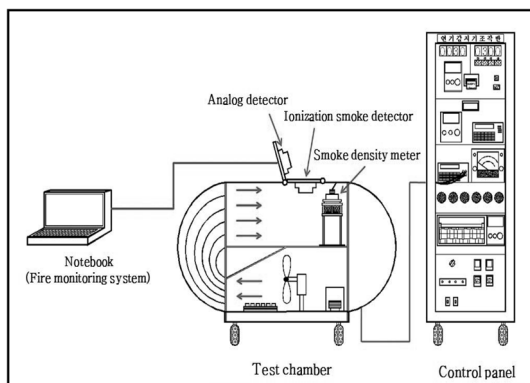
## 2.2 실험장비

신뢰성 있는 실험을 위하여 한국소방검정공사의 협조를 받아 감지기의 형식승인 및 검정시험에 실제 사용하는 장비를 이용하여 실험을 실시하였다.

Figure 1은 이온화식연기감지기의 감도실험장비의 구성도를 나타낸 것으로 실험의 정확성을 위하여 시험기 챔버에 아날로그식감지기를 부착하여 아날로그식감지기에 유입된 연기량을 화재모니터링시스템에서 수치로 표시하여 시험기 챔버 내의 평행판이온농도계에서 감지되는 연기량과 비교해 보정하였다.

## 2.3 실험방법<sup>4,5)</sup>

이온화식연기감지기의 형식승인 및 검정기술기준에 따라 작동 및 부작동 실험을 실시하였다.

**Figure 1.** Schematic diagram of sensitivity testing equipment of ionization smoke detector.

## 2.3.1 작동실험

### (1) 1차 작동실험

이온화식연기감지기 2종의 작동실험은 전리전류의 변화율 0.324인 농도의 연기를 포함하는 풍속이 30 cm/s의 기류에 투입하여 30초 이내에서 작동하는지 실험하였다.

### (2) 2차 작동실험

1차 작동실험결과 부적합 판정을 받은 시료를 대상으로 설치된 환경조건 및 사용기간 경과에 따른 성능변화를 고려하여 감지기가 생산될 때 보다 작동성능의 감도둔감 및 동작기능 상실을 확인하기 위하여 연기농도를 좀 더 높은 이온화식연기감지기 3종의 작동실험 기준으로 2차 작동실험을 추가로 실시하였다.

이온화식 연기감지기 3종의 작동실험은 전리전류의 변화율 0.378인 농도의 연기를 포함하는 풍속이 30 cm/s의 기류에 투입하여 30초 이내에서 작동하는지 실험하였다.

## 2.3.2 부작동실험

부작동실험은 1차 작동실험에서 적합판정을 받은 시료를 대상으로 화재가 아닌 경우 작동하는지를 보는 비(非)화재보 실험을 실시하였다.

이온화식연기감지기 2종의 부작동실험은 전리전류의 변화율 0.156인 농도의 연기를 포함하는 풍속 30 cm/s의 기류에 투입하여 5분 이내에서 작동하는지 실험하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 실험결과

#### 3.1.1 작동실험결과

##### (1) 1차 작동실험

Table 2는 이온화식연기감지기의 1차 작동실험결과를 나타낸 것으로 5년 이상 10년 미만의 경우에는 적합율 88.3%, 10년 이상 15년 미만의 경우에는 적합율 59.2%, 15년 이상의 경우에는 적합율 45.8%로 나타났다. 따라서 사용기간이 경과할수록 적합율이 현저하게 떨어지고 있음을 확인할 수 있었다.

**Table 2.** Results of operation test (1st Test)

Service Life	No. of Samples	Fit	Unfit	Rate of Fit
5~10 years	120EA	106EA	14EA	88.3%
11~15 years	120EA	71EA	49EA	59.2%
Over than 15 years	120EA	55EA	65EA	45.8%

**Table 3.** Results of operation test (2nd Test)

Service Life	No. of Samples	Fit	Unfit	Rate of Fit
5~10 years	120EA	110EA	10EA	91.7%
11~15 years	120EA	79EA	41EA	65.8%
Over than 15years	120EA	73EA	47EA	60.8%

**Table 4.** Results of non-operation Test

Service Life	No. of Samples	Fit	Unfit	Rate of Fit
5~10 years	106EA	106EA	·	100%
11~15 years	71EA	71EA	·	100%
Over than 15 years	55EA	55EA	·	100%

(2) 2차 작동실험

2차 작동실험결과와 적합율은 1차 작동실험에서 적합관정을 받은 시료와 2차 작동실험에서 적합관정을 받은 시료의 누적개수로 나타내었다.

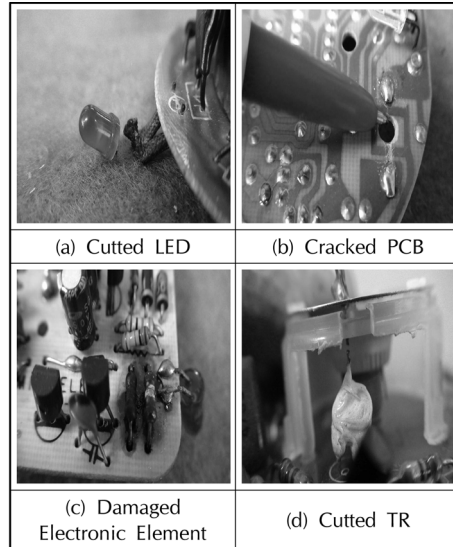
Table 3은 이온화식연기감지기의 2차 작동실험결과를 나타낸 것으로 5년 이상 10년 미만의 경우에는 적합율 91.7%, 10년 이상 15년 미만의 경우에는 적합율 65.8%, 15년 이상의 경우에는 적합율 60.8%로 나타났다. 2차 작동실험의 결과 1차 작동실험보다 사용년도 별로 약 5% 정도의 적합율의 상승이 나타났는데, 이는 설치된 환경조건의 영향으로 감지기의 감도가 둔감된 것으로 사료된다.

3.1.2 부작동실험결과

Table 4는 이온화식연기감지기의 1차 작동실험에서 적합관정을 받은 시료를 대상으로 부작동실험결과를 나타낸 것으로 5년 이상 10년 미만의 경우에는 적합율 100%, 10년 이상 15년 미만의 경우에는 적합율 100%, 15년 이상의 경우에는 적합율 100%로 나타났다. 부작동실험의 경우 사용기간 경과에 따른 성능변화에 차이점을 발견할 수 없었으며, 이와 같은 결과는 소방점검 시 소방대상물에서 비화재보가 발생하는 감지기는 바로 교체되기 때문에 수거된 시료에서는 비화재보가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

3.2 고찰

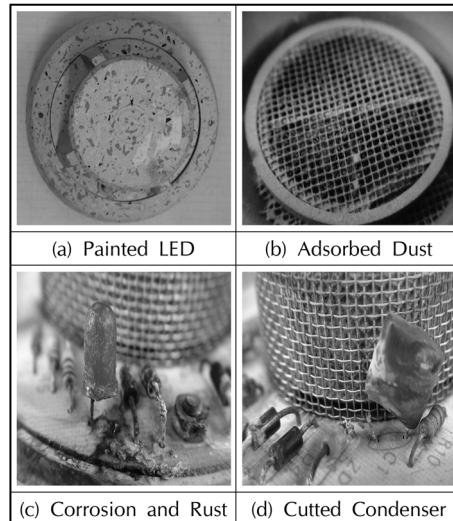
부적합관정을 받은 시료를 대상으로 분해하여 살펴본 결과 제품상의 문제점과 유지관리상의 문제점 등을 확인할 수 있었다.



**Figure 2.** Photograph of fault by product.

3.2.1 제품상의 문제점

Figure 2는 이온화식연기감지기의 제품상의 문제점을 나타낸 것으로 작동표시등(LED)의 절단과 PCB(Printed Circuit Board)의 크랙(Crack), 부품소자의 소손과 비교증폭회로부 TR(Transistor)의 기능상실 및 절단의 문제점이 나타났다. 이와 같은 원인으로 인해 감지기의 동작기능 상실이 나타나는 것으로 사료된다. 이 밖에도 사용기간이 오래될수록 플라스틱의 내구성의 문제점이 나타나 몸체가 쉽게 부서지는 것을 확인할 수 있었다.



**Figure 3.** Photograph of fault during using and maintenance.

### 3.2.2 유지관리상의 문제점

Figure 3은 이온화식연기감지기의 유지관리상의 문제점을 나타낸 것으로 작동표시등의 페인트도색과 연기흡입망의 먼지흡착, 수분의 침투로 인한 부식 및 녹 발생, 이에 따른 LED와 콘덴서의 부품소자의 기능상실의 문제점이 나타났다. 이와 같은 원인으로 인해 감지기의 응답특성 저하 및 동작기능 상실이 나타난 것으로 사료되며, 또한 소방대상물에 설치되어 있는 감지기가 평상시 제대로 점검 및 유지관리가 되고 있지 않다는 것을 확인할 수 있었다.

### 3.2.3 대책

이상과 같은 문제점에 대한 대책으로는 보다 우수한 제품을 생산하기 위한 노력과 함께 유지관리에 대한 인식개선이 무엇보다 중요하다. 감지기는 한번 설치되면 건축물이 수명을 다할 때까지 사용가능한 영구적인 것이 아니다. 모든 기계·기구들은 사용기간이 지날수록 그 성능을 유지해 주기 위하여 수시로 점검을 하고, 이상이 발견되면 즉시 정비하고, 어떤 부품은 일정기간이 지나면 무조건 교환해 주고 있다. 그래야만 제 성능을 오랫동안 유지할 수 있다는 사실은 누구나 알고 있는 사실이다. 그러나 감지기의 경우는 처음 설치해 놓은 상태 그대로 건축물의 수명과 함께하는 것이 현실이다.

따라서 감지기도 하나의 소모품으로 인식해야하며, 보다 오래 동안 제 성능을 유지하기 위해서는 정기적인 청소가 필요하고 문제가 있을 경우 즉시 교체하여야 한다. 그래야만 감지기에 대한 신뢰도를 높일 수 있을 것이라 사료된다.

## 4. 결 론

소방대상물에 설치되어 사용 중에 있는 이온화식 연기감지기(2종)를 수거하여 사용기간 경과에 따른 성능변화를 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 1차 작동실험결과 적합율이 5년 이상 10년 미만의 경우 88.3%, 10년 이상 15년 미만의 경우 59.2%, 15년 이상의 경우 45.8%로 나타났으며, 이는 사용기간이 경과할수록 이온화식감지기의 성능이 현저하게 떨어지고 있는 것을 확인할 수 있었다.

2) 2차 작동실험결과 적합율이 5년 이상 10년 미만의 경우 91.7%, 10년 이상 15년 미만의 경우 65.8%, 15년 이상의 경우 60.8%로 나타났으며, 이는 사용기간이 경과할수록 이온화식감지기의 성능이 현저하게 떨어지고 있는 것을 확인할 수 있었다. 2차 작동실험에

도 부적합판정을 받은 이온화식연기감지기는 감지기로서의 기능을 상실한 치명적 결점이 있는 감지기에 해당하므로 사용기간이 10년 이상 지나면서 많이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

3) 부작동실험결과 적합율이 5년 이상 10년 미만의 경우 100%, 10년 이상 15년 미만의 경우 100%, 15년 이상의 경우 100%로 나타났다. 부작동실험의 경우 사용기간 경과에 따른 성능변화에 차이점을 발견할 수 없었다.

4) 부적합판정을 받은 감지기를 분해하여 살펴본 결과 작동표시등(LED)의 절단과 PCB의 크랙(Crack), 부품소자의 소손과 비교증폭회로부 부품(TR)의 기능상실 등 제품상의 문제점과 작동표시등(LED)의 페인트도색과 연기흡입망의 먼지흡착, 수분의 침투로 인한 부식 및 녹 발생, 이에 따른 LED와 콘덴서의 부품소자의 기능상실 등 유지관리상의 문제점을 발견할 수 있었다.

따라서 이온화식연기감지기의 경우 일정한 사용기간이 경과되면 교체해 주는 것이 화재발생시 감지기의 성능확보를 위해 바람직할 것으로 사료된다. 그러나 감지기의 내구연한에 관한 결정은 보다 많은 실험을 통하여 얻어진 결과를 바탕으로 결정되어야 할 것이다. 제조자는 생산기술과 품질관리 기술의 향상과 사용자는 유지관리 및 정기적인 성능확인시험을 통하여 감지기에 대한 신뢰도를 향상시켜야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 내무부·한국소방검정공사, “자동화재탐지설비의 효율화 방안 및 '97 확인시험결과”, 연구논문·기술자료집, Vol. 1, No. 1, pp.3-21(1998).
2. Robert M. Gagnon, Ronald H. Kirby, “A Designer's Guide to Fire Alarm Systems”, NFPA, pp.213-236(2003).
3. Richard W. Bukowski, Wayne D. Moore, “Fire Alarm Signaling Systems”, NFPA, pp.105-107(2003).
4. 한국소방검정공사, “감지기의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0301)”(2006).
5. 한국소방검정공사, “감지기의 형식승인 및 검정시험세칙(KOFEIS 0301관련)”(2006).
6. 이복영, 정길순, 이병곤, “이온화식연기감지기의 기류응답특성 연구”, 한국화재소방학회, Vol. 17, No. 2, pp.6-9(2003).
7. 방재시험연구원, “화재감지기의 응답특성평가 연구”(2003).
8. 이복영, 박상태, “감지기 경년변화 성능시험연구”, 방재기술 29호, pp.18-23(2000).