

B-13

개선된 향 검지기의 특성 해석에 관한 연구

최충석* · 박윤석** · 양정훈**

* 전주대학교 소방안전공학과, ** (주)팀코리아

A Study on the Properties Analysis of Improved Odor Detector

Chung-Seog Choi*, Yoon-Seok Park**, Jung-Hun Yang**

* Dept. of Fire Safety Eng., JEONJU University, ** TEAM KOREA Inc.

1. 서 론

문명 사회의 발전에 지대한 영향을 미치고 있는 전기 에너지는 제어의 편의성, 효율성, 안전성 등 우수한 특징을 가지고 있어서 전기·전자·통신·소방 산업 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다. 그러나 사용자의 실수, 설계 결함 등으로 사고가 발생하고 있으며 대표적인 예가 전기 화재이다. 전기 화재는 열(온도)과 밀접한 관계를 갖고 있고 전기 설비 접속부에서의 접촉 불량, 아크의 발생 및 산화물 증식 등이 주요 인자이지만, 일반적인 전기 설비 보호 장치인 누전차단기(RCD 또는 ELB), 배선용차단기(MCCB) 등은 작동 원리의 상이성 때문에 재해를 감지하지 못하는 경우가 발생한다¹⁻²⁾. 전기 설비는 설계 당시에 전기적인 문제가 기준치 이상으로 발생하면 자기 보호를 위한 경보, 차단 등의 기능이 있지만 점진적으로 열화(deterioration)가 진행하거나 설계의 미비에서 발생하는 열적 오류는 그 열을 하나의 저항 부하(설비)로 인지하므로 기존의 장치를 사용하여 재해 예방을 하는데 한계가 있다³⁻⁴⁾. 실제로 공장이나 일반 건물에서 과전류 및 과열에 의해 절연물은 용융되고 유독 가스를 배출하며 화재가 진행되므로 예방적 측면에서 온도 테이프 및 센서, 연기 센서 등이 활용되고 있다. 그러나 이들 검지기는 사고가 상당 시간 진행된 후에 검지되므로 시스템의 보호에 한계점을 갖고 있다. 반면 개선된 향 검지기(odor detector)는 절연 물질이나 도체가 열적 스트레스를 받을 때 발생하는 열에 의해 작동하여 방향성 물질(향)을 내뿜고 이를 검지하여 조기에 관리자 또는 운용자에게 통보되기 때문에 사고의 확산 및 예방에 우수한 특성이 있다⁵⁻⁶⁾.

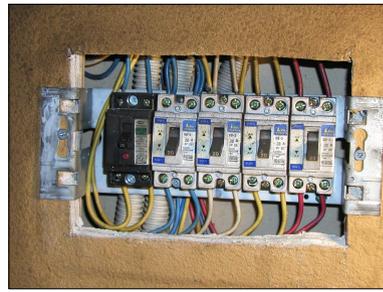
따라서 본 논고에서는 분전반의 소손 실태를 제시하고, 개선된 향 검지기의 특성을 분석하여 향후 현장 적용을 위한 지식 기반의 구축과 전기 재해 예방을 위한 자료로 활용하고자 한다.

2. 분전함의 실태

그림 1은 사고 현장에서 수거한 분전함의 실제 예를 나타낸 것이다. 화재가 발생하여 조기에 진압에 실패하면 외함의 소손은 물론 내부의 차단기, 전선 등도 용융되어 형체를 판독하기가 어렵게 된다. 따라서 시스템을 안정화하고 부하의 특성을 고려한 차단기 설치의 순서도 중요한 요소이다. 기존의 분전함 내의 차단기의 설치 형태는 그림 1의 (a)~(c)에 나타낸 바와 같이 주차단기는 누전차단기(RCD)를 사용하며, 분기차단기는 배선용차단기(MCCB)를 사용하고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 시스템의 안전성과 효율성을 고려하여 기술표준원에서는 주택용 분전함과 관련된 한국산업규격(KS)을 그림 1(d)와 같은 형태로 개정하였다. 즉 주차단기인 배선용차단기(MCCB)를 전단에 설치하고, 후단에 누전차단기(RCD) 설치하도록 하고 있다. 그러나 산업 현장에 사용되는 분전함에 대한 KS는 제정되지 않고 있는 실정이며 개선이 요구된다.



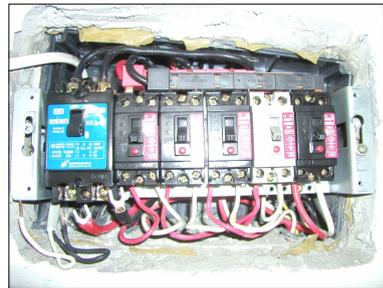
(a) 분전반 1



(b) 분전반 2



(c) 분전반 3



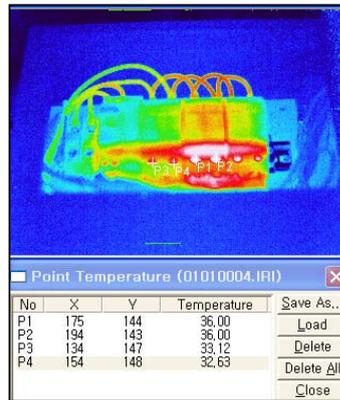
(d) 분전반 4

그림 1. 소손된 분전반의 실태

그림 2는 건물 내에 설치된 분전반을 나타낸 사진이다. 그림 2(a)는 실제 사진을 나타낸 것이며, 그림 2(b)는 열화상 카메라를 이용하여 측정된 열확산 패턴을 나타낸 것이다. 그림 2(a)의 경우 육안으로 보기에 특이한 특징을 인지할 수 없으나, 그림 2(b)의 우측 2번째 차단기의 부하측 단자부에서 국부 발열 현상이 관측되었고, 온도가 36℃까지 상승하고 있음을 알 수 있다. 이런 상태가 장시간 지속되면 단자 연결부의 열화가 가속되어 전기 설비 사고를 유발시키게 된다.



(a) 실제 사진



(b) 열화상 사진

그림 2. 분전반의 열 확산 패턴

3. 개선된 향 검지기의 특성

그림 3은 향 검지기가 설치된 실제 사진을 나타낸 것이다. 그림 3(a)는 단자대 나사의 머리에 설치된 것으

로 향 검지기와 나사의 머리가 완벽하게 밀착되도록 동(Cu)을 이용한 홀더를 제작하여 설치함으로써 열전달 효율을 향상시켰다. 또한, 향 검지기가 작동하였음을 쉽게 육안으로 판독이 가능하도록 스펀지 층을 상부에 부착하였다. 그림 3(b)는 전력 설비의 케이블 헤드(cable head)에 망을 이용하여 설치한 것이다. 케이블이 과열로 스트레스를 받는 경우 향 검지기 캡슐이 터져 육안으로 식별이 가능하도록 하여 화재 확산 예방에 기여하도록 하였다.



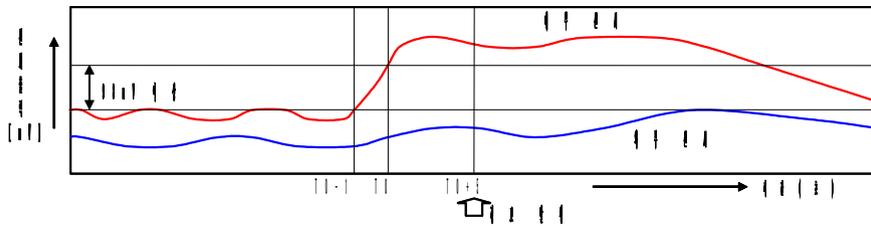
(a) 단자대에 설치된 캡슐



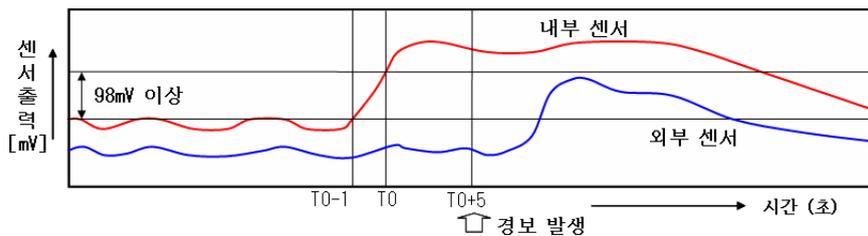
(b) 케이블 헤드에 망을 이용한 설치

그림 3. 향 검지기의 설치 사례

그림 4는 개선된 향 검지기의 내부 센서의 특성 곡선을 나타낸 것으로 경보 시간의 변화를 나타낸 것이다. 그림 4(a)는 내부 센서의 작동 상태를 나타낸 것으로 과열에 의해 향 검지기의 캡슐이 터진지 약 2초 후에 내부 센서가 확실히 검지하였음을 나타내며, 외부 센서는 검지하지 못하고 일정한 패턴을 보이고 있다. 그림 4(b)는 내부 센서가 검지된 후 외부 센서에도 검지되어 시스템이 작동한 상태를 나타낸 것이다. 경보가 작동한 시간은 10초 정도가 소요되었으며 외부 센서의 최대 출력은 약 98mV인 것으로 측정되었다. 따라서 이와 같은 시스템이 현장에 설치되면 조기에 이상 징후를 검지하여 사고의 확산 방지는 물론 경제적 손실을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.



(a) 내부 센서만 검지한 경우



(b) 경보가 발생한 경우

그림 4. 센서 출력에 따른 향 검지기의 경보 패턴

표 1은 기존의 향 검지기(ESM-100)와 개선된 향 검지기(ESM-101)의 차이를 나타낸 것이다. 개선된 향 캡슐은 화재 초기의 징후인 냄새 발생을 반도체식 초고감도 향 센서에서 검지하는 것에 의해 설비의 피해를

최소화하도록 설계되었으며, 온도 상승이 예상되는 케이블 등의 단자부나 접속부에 설치하는 것에 의해 화재의 초기 감지뿐만 아니라 각 지점의 상시 온도 감시 기능이 추가되었다.

표 1. 향 검지기의 특성 비교

ESM-100	ESM-101
<ul style="list-style-type: none"> · 움직임이 큰 설비의 경우 가스 농도가 낮아 감지의 어려움이 있다. · 외부로부터 고농도의 가스 유입이 있는 경우 오동작 가능성이 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 차분 감지 및 내외 판별 방식을 도입하였다. · 감지 방식을 구분하여 정확도를 높였다.
<ul style="list-style-type: none"> · 천정에 설치하는 경우 전원 및 경보 표시의 식별이 어렵다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 디자인을 채택하였다.
<ul style="list-style-type: none"> · 설치 공사가 복잡하다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 1 본체 2 센서 방식을 신설하였다.
<ul style="list-style-type: none"> · 유지 보수가 어렵다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 기기 동작 확인 기능을 채용하였다. · 경보 스위치를 설치하였다. · 대기 시간을 10시간 부가하였다.

3. 결 론

전기 설비의 효율적인 운용을 위해 설치된 분전반의 사고 실태를 제시하고, 사고 예방을 위해 설치한 향 검지기 센서의 감지 및 경보 특성을 해석하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1) 주택용 분전함 내에 설치된 차단기 설치는 배선용차단기, 누전차단기 순서로 되어 있으나 산업용의 경우 혼재된 상태로 사용되고 있음을 알 수 있었다. 그리고 부적절한 접속부 체결에 의한 과열의 패턴을 열화 상카메라로 알 수 있었고, 장시간 방치되는 경우 사고의 가능성이 높아지게 된다.

2) 단자대 나사에 설치된 향 검지기의 캡슐은 열전달 효율이 우수하도록 동(Cu)으로 제작되었으며, 캡슐이 터져 쉽게 육안으로 확인이 가능하도록 상부에 스펀지를 부착하였다. 전력 설비의 케이블 헤드(cable head)는 망을 이용하여 설치하며 케이블이 과열로 스트레스를 받는 경우 향 검지기 캡슐이 터져 육안으로 식별이 가능하도록 하여 대형 사고의 예방에 기여하도록 하였다.

3) 개선된 향 검지기의 내부 센서의 특성 곡선에서 알 수 있듯이 과열에 의해 향 검지기의 캡슐이 터진지 약 2초 후에 내부 센서가 감지하였고, 약 10초 정도 경과한 후에 외부 센서가 정확히 감지하여 경보 기능을 발휘하는 것을 확인 할 수 있었다. 즉 이와 같은 시스템이 현장에 설치되면 조기에 이상 징후를 감지하여 사고의 확산 방지는 물론 경제적 손실을 최소화 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 최충석 외 3, “직렬아크에 따른 도체의 산화물 증식 및 전압 과형 분석”, 대한전기학회논문지, Vol.55P No.3, pp.146-152, 2006.
2. 김향곤 외 4. “저압용 비닐절연전선에서의 직렬 아크 특성 분석” 대한전기학회 춘계학술대회, pp.57-59, 2006.
3. Chung-Seog Choi et al, "Heating Characteristics according to the Mechanical Pressure at the Terminal of Circuit Breaker for Low Voltage", 29th International Symposium on Combustion, pp.68, 2002.
4. T. Katsube et al, "Sensor Fusion for Taste Sensor and Odor Sensor", Chem. Senses 30, pp.260-261, 2005.
5. 최충석 외 3, “전기화재 예방용 향 검지기의 현장 적용 사례 연구”, 대한전기학회 전기설비전문위원춘계학술대회, pp.82-84, 2007. 4. 20.
6. Takayuki Yamashita et al, "Overheat Sensing system using an Odor Detector and Capsules "CAN-NETSU-KUN", Hitachi Cable Review, No.22, pp.66-69, 2003.