

재해 예방용 이상열 감지시스템 (CAN 열향)

글 | 박윤석 (주)TEAM KOREA 이사



공장이나 일반 건물에서 과전류 및 가열에 의해 절연물이 용융되고 유독 가스를 배출하여 화재의 초기 단계로 발전하는 경우가 많다. 이같은 사고를 예방하기 위한 향 검지기와 향 캡슐을 조합한 이상열 감지 시스템 'CAN 열향'의 원리 및 현장 적용 예를 알아본다.

1. 머리말

성숙된 사회일수록 재해 예방을 위한 시스템의 구축 및 운용이 과학적이라는 것에 대해 이의를 제기할 사람은 없을 것이다. 재해 발생 시기를 예측하는 기술은 많은 엔지니어들에게 주된 연구 대상일뿐만 아니라 경영자에게는 기업의 존폐를 결정하는 중요한 인자이다. 사고는 열적 요인, 환경적 요인, 기계적 요인, 전기적 요인 등 나열하기가 어려울 정도로 다양하다. 이 중에서 환경적 인자는 온도(열), 압력, 습도 등 복소 파라미터에 의해 지배를 받고 있고, 특히 대부분의 사고와 밀접한 관계를 갖고 있는 것이 열(온도)이다.

인간이 열을 지혜롭게 활용하면 연소의 형태를 이루며, 부적절하게 사용하면 화재로 이어진다. 흔히 화재는 재앙의 근원으로 불리며 재도약을 위한 최소한의 에너지조차 남김없이 송두리째 없애 버린다. 열에 의해 유발되는 재해는 건축물 화재, 전기 화재, 반도체 공정의 불량, 전력 IT 설비의 오류 등 산업 전반의 설비라 칭해도 부족함이 없을 것이다. 즉 에너지의 변동 및 변환이 있는 곳이라면 이상 발열의 가능성은 언제나 상존하고 있다고 말할 수 있다. 전기설비 사고의 대부분은 접속부 조임의 느슨함, 열화(劣化), 부적절한 체결, 부식, 진동 등에 의해 발생한다. 전기설비 접속부에서의 접촉 불량은 이상 아크의 발생 및 산화물 증식 등이 발생하지만, 일반적인 전기설비 보호 장치인 누전차단기(RCD or ELB), 배선용차단기(MCCB) 등은 작동 원리의 상이함으로 인해 재해를 감지하지 못한다.

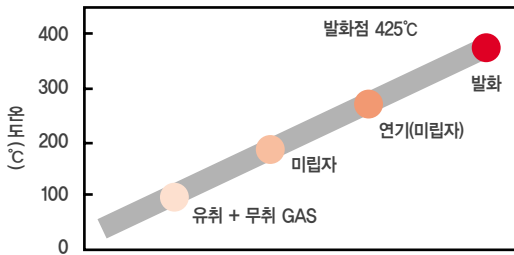
전기설비는 전기적으로 어떤 현상에 대하여 자기 보호 기능을 갖고 있지만, 열화가 진행되거나 생각지도 못한 곳에서 열이 발생할 경우에는 그 열은 단지 또 하나의 저항 부하(설비)로 인지하므로 사고 예방은 현실적인 어려움에 직면하게 된다. 과전류 또는 가열에 의해 각종 전기설비를 구성하는 절연물이 화재에 도달하는 과정에는 연기의 발생 이전에 고약한 냄새의 가스를 발생하는 경우가 많다.

실제로 공장이나 일반 건물에서 과전류 및 가열에 의해 절연물이 용융되고 유독 가스를 배출하여 화재의 초기 단계로 발전하는 경우가 많다. 이와 같은 사고를 예방하기 위해 가장 적합한 방법으로 판단되는 향 검지기(New cosmos., 일본)와 일정 온도(80℃, 100℃, 120℃ 등)에서 냄새를 급격하게 발생하는 향 캡슐(Hitachi co., 일본)을 조합한 이상열 감지시스템 "CAN 열향"이란 기기가 있다.

본 논고에서는 신 개념의 이상열 감지시스템(CAN 열향)의 원리 및 현장 적용 예를 전기설비 접속부를 대상으로 제시하여 전문가 집단의 인식을 전환시키고 사고 없는 사회를 만드는 데에 미약하나마 기여하고자 한다.

2. 작동 원리

전기설비의 연결 부위가 기계 및 전기적으로 부적절하게 체결되면 에너지 전달이 원활하지 못하고, 그 결과 발생하는 대표적인 부작용이 열이다. 즉 초기에는 적은 열에 의해 약간의 냄새 또는 색 변화가 발생하다가 일정 시간이 경과하여 열화가 누적되면 시스템 고장 및 사고를 유발시키고 결국에는 화재가 발생하여 회복 불가능한 상황에 이르게 된다. 그 경로를 나타내면 [그림 1]과 같다.



■ 그림 1. 전기설비가 화재에 도달할 때까지의 과정

접속부에서 볼트의 느슨함 등에 의해 저항값은 증가하고 전류값이 변화하지 않아도 줄 열(Joule heat)은 증가하여 접속부 주변의 온도는 상승한다. 온도 상승과 함께 절연물에서는 유독 가스가 발생하여 계속 가열되면 연기의 발생으로부터 불꽃을 동반한 화재로 이르게 된다. 따라서 일반적인 전류, 전압 센서 등의 소위 '물리 센서' 만으로 사고를 방지하는 것은 불가능하다.

[그림 2]는 향 검지기와 향 캡슐을 나타낸다. 향 검지기는 화재의 초기 징후인 냄새 발생을 반도체식 초고감도 향 센서에서 감지하는 것에 의해 설비의 피해를 최소한으로 억제하는 것이 가능하다.

그리고 향 캡슐을 온도 상승이 예상되는 케이블 등의 단자부나 접속부에 설치함으로써 화재의 초기 감지뿐만 아니라 각 장소의 온도 감소도 상시 가능하다. 향 검지기와 향 캡슐의 특징을 정리하면 다음과 같다.



(a) 향 검지기 외관



(b) 향 캡슐의 외관



■ 그림 2. 향 검지기 및 향 캡슐

가. 향 검지기의 특징

- (1) 전기 제품 이상을 화재의 전(前)단계에서 감지하고 사고에 의한 피해 확대를 방지하는 것이 가능하다.
- (2) 연기 검지기 같이 먼지나 분말에 의한 비(非)화재는 알리지 않는다.
- (3) 감지부를 검지 대상면에 설치하는 것에 의해 이상 개소의 특이 사항을 정하는 것이 용이하다.
- (4) 펌프, 모터 등의 가동부가 없기 때문에 신뢰성이 높고 장시간 수명으로 유지가 간단하다.

■ <표 1> 향 검지기의 주요 사양

전 원	AC100~240V
경보방식	지연(30초 타이머)
경보표시	적색 LED점등, 부저
외부출력	무전압 A접점
크 기	W96×H96×D41(mm)
교환시기	5년(추정)
기 능	자동영점조정(전원 투입 10분 후)

나. CAN 열향의 특징

- (1) 보다 단시간에 이상 발열의 검지가 가능하다.
- (2) 배선이 필요하지 않는 곳에서 특정 부위의 온도 검지가 가능하다.
- (3) 저렴하고 넓은 범위의 이상 발열 감사가 가능하다.
- (4) 전기 부품의 내열성에 대한 동작 온도의 선택(80℃, 100℃, 120℃ 등)이 가능하다.
- (5) 동작 개소가 설치된 것은 착색제에 의한 구별이 용이하다.

■ <표 2> 향 캡슐의 주요 사양

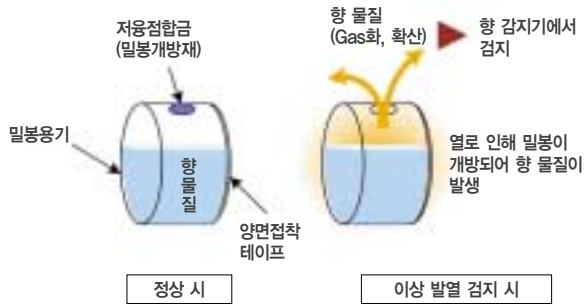
형 식	NC-80(80℃급) 녹색
	NC-100(100℃급) 황색
	NC-120(120℃급) 적색
동작설정온도	80, 100, 120(℃)
외형치수/질량	φ15×7mm / 약 5g
접착 방법	양면테이프에 의한 접촉

다. 향 캡슐을 사용한 이상열 감시 시스템

전기설비를 구성하는 절연 재료로부터 발생하는 냄새는 절연물의 각종 형상 등에 의해서 다르며, 냄새를 감지한 시점에서의 절연물 온도는 일정하지 않다. 따라서 냄새와 더불어 변압기, 단자대 등의 온도를 감시해야 하는 경우가 발생한다. 이 경우는 열전대 등의 물리적인 접촉형 온도 센서의 사용이 고려되지만, 통상 열전대에는 배선을 동반하게 된다. 하지만 장소 여건상 배선이 불가능한 경우도 있어 사용상의 문제점이 발생한다. 여기서 일정한 온도에서 특정 냄새를 발생시켜(향

캡슐) 그 냄새를 향 센서에서 감지하면 온도 감시가 가능하다.

여기서는 최신 개발된 저융점 합금을 이용한 향 캡슐을 소개한다. 캡슐은 원반상(Φ15×7mm, 재질은 동)으로 동작 개략도를 [그림 3]에 표시한다. 동작 온도 80℃의 경우를 예를 들어 보자. 캡슐에는 약 0.5ml의 액체상의 향 물질이 투입되어 있다. 80℃에서 향 물질이 끓는 점을 초과하기 위해서 저융점 금속에 의한 봉인부가 풀어지고 동시에 기화된 향 가스가 급격하게 발생한다. 향 캡슐의 근처에 설치되어 있는 향 감지기가 이 냄새를 검출하고 알려준다.



■ 그림 3. 향 캡슐의 동작 개략도

라. 향 검지기 및 「CAN 열향」의 전기설비 접속부의 응용

향 검지기 및 「CAN 열향」은 주로 전기기기, 단자대(Terminal block), 발전소, 빌딩 등의 분전함 및 배전반 등에 사용된다. [그림 4]는 일반적으로 많이 사용하고 있는 단자대에 향 캡슐을 설치한 경우를 나타내며, 큐비클 내의 단자대 발열의 예를 나타낸 메커니즘을 [그림 5]에 나타내었다. 이 단자대에서 나사 조임의 느슨함이나 과열이 발생하면 이상 발열에 따라 향 캡슐이 동작하게 되고 향 검지기에서 검지하게 된다. 그 다음 단계로 발열에 의해 단자대와 주변이 소손되고 큐비클로 화재가 진전하게 된다. 결국 화재는 건물 전체로 옮기게 되고 대형 화재와 인명 및 재산 피해를 가져오게 된다. 또한 기존 화재감





지 시스템과의 차이는 향 캡슐과 향 검지부는 단자대 부분의 온도 상승 부분에서 감지하기 때문에 화재를 미연에 방지할 수 있는 장점을 가지고 있다.

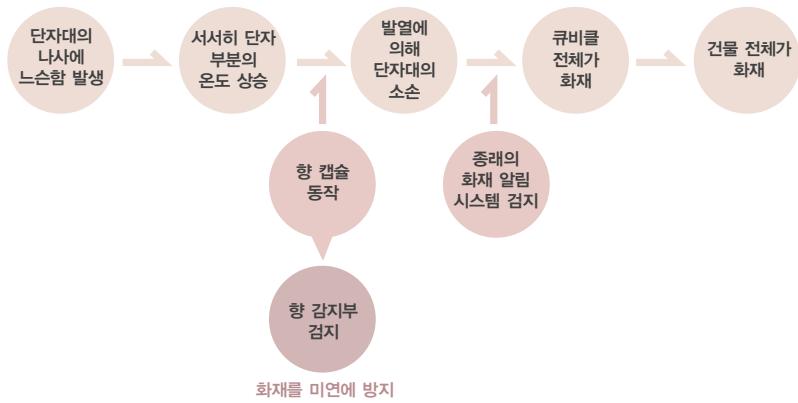
(a) 단자대(Terminal block)의 사용 예



(b) 볼트에 설치 된 향 캡슐



■ 그림 4. 향 캡슐의 응용(예)



■ 그림 5. 검출 동작의 타이밍 사례의 메커니즘

3. 맺음말

본 논고에서는 향 캡슐과 향 센서를 전기 부품의 이상 검출에 응용한 예를 나타내었다. 종래에는 전기 부품의 이상 검지는 물리 센서(온도, 전류 등)에 의한 것이었다. 화학 센서에 속하는 향 센서의 방재로의 응용은 겨우 시작한 단계이다. 따라서 향 검지기가 이상을 검지한 경우 외부로의 점점 신호의 처리에 대해서는 유선, 무선, 인터넷 등의 사용을 고려하고, 향 검지기가 사용되는 현장(빌딩, 공장 등)에 있어서 최적한 형태를 선택해야 한다.

여기서는 저압용 전기 설비 접속부의 화재 예방을 위한 방법 중의 하나로 제안하여 설명하였으나 그 활용의 범위는 다양할 것으로 판단된다. 따라서 지속적인 연구와 현장 적용이 이루어진다면 기존 재해의 상당 부분을 예방할 수 있을 것으로 여겨지는 바 응용이 확대되기를 희망한다. (🌀)