

수 · 배전반용 자동소화 SYSTEM

Auto Fire Extinguishing System for Distributing Board

KCU한국사이버대학교 소방방재학부 이창우

Dept. of Fire & Disaster Prevention, Korea Cyber University Lee Chang Woo

초 록

화재 발생에 따른 화재조사 시 배전반이나 분전반의 완전 소락에 따른 전기화재 원인규명의 기본적인고도 중요한 증거 소멸로 원인불명 율이 점차 높아가고 있는 실정이다. 공장이나 창고에서 전기화재를 가장한 수 · 배전반 화재를 시도할 경우 그 증거를 찾기 어렵다. 또한, 수 · 배전반이 위치한 곳에 사람이 상주하지 않는 곳이 많으며 초기 소화가 원활히 이루어지지 않을 경우 막대한 재산 피해와 통신의 대혼란을 가져올 소지가 다분히 존재하고 있다. 따라서, 수 · 배전반 및 분전반의 화재로부터 보호하기 위해서는 신뢰성과 안정성이 확보된 자동소화 시스템의 도입이 필요하다.

I. 서론

1. 연구배경

우리나라에서 매년 발생하고 있는 전체화재를 원인 별로 분류해보면, 전기화재가 차지하는 비율이 30%를 상회하고 있다. 물론 이러한 전기화재 비율은 그 동안 화재조사 영역이 제도적 · 기술적으로 낙후되어 있어

실제로 원인불명의 경우 전기화재로 통제가 잡히는 사례로 인해 다소 높게 나타나고 있는 것이 사실이다. 그렇다 하더라도 전기화재의 비율이 약 8%선에 머물고 있는 선진국에 비해 높은 비중을 차지하고 있다는 것 역시 의심의 여지는 없다.

화재에 대한 분류를 원인별로 분류하기 때문에 전기화재 중 수 · 배전반 화재가 차지하는 통계를 정확하게 확인 할 수는 없으나, 금년 2월 22일에도 지하철 1호선 서울역의 분전반 화재와 같이 실제로 수 · 배전반 화재가 빈번하게 발생하고 있다. 한편, 소방법상 바닥면적 300㎡ 이하의 전기실 및 기계실에 위치한 수 · 배전반 화재 시 소화를 하기위한 대책은 없으며, 속수무책으로 화재가 자동 소화될 때까지 지켜볼 수 밖에 없는 상황이 반복되고 있다. 바닥면적 300㎡ 이상의 전기실 및 기계실이라 하더라도 가스계 소화설비가 전역방출방식으로 되어 있으나, 화재의 예방 기능이 없으며 화재를 인식할 경우 방호구역 내의 소화약제가 전량 방출되므로 막대한 비용이 소요된다. 특히 지하철, 공동구 및 통신구, KI 무인국사 등 수 · 배전반이 위치한 곳에 사람이 상주하지 않는 곳이 많으며, 초기 소화가 원활히 이루어지지 않을 경우 막대한 재산 피해와 통신의 대혼란을 가져올 소지가 다분히 존재하고 있다.

화재에 대한 대책은 그 피해의 규모 및 빈도수에 따라 수립된다. 따라서, 수·배전반 화재 발생 시 피해의 규모가 커질 수 있는 한전이나, 지하철 등 공공기관에서는 오래전부터 수·배전반용 소화설비를 자진해서 설치하고 있다. 이렇듯 법적 설비 대상이 아니다 보니 가격이 비싸고 신뢰성과 안정성이 결여된 제품이 만들어지고 있으며, 화재안전기준이나 소방검정기술기준에 적합한 제품이 없는 실정이다. 또한, 공장이나 창고에서 전기화재를 가장한 수·배전반 화재를 시도할 경우 그 증거를 찾기 어려우며, 전소가 된 화재현장에서 그 원인을 규명할 수 없어 원인불명율이 점차 높아지고 있는 실정이다.

2. 필요성

전기화재 중 수·배전반 및 분전반 화재가 비록 미미하다 하더라도, 화재 발생 시 직·간접적인 피해 규모가 크며, 화재 발생에 따른 원인 규명(화재조사) 시 배전반이나 분전반의 완전 소각에 따른 전기화재 원인 규명의 기본적인고도 중요한 증거 소멸로 화재의 원인 불명율이 높아지고 있는 실정이다.

또한, 전기화재를 가장한 방화기술자의 배전반 또는 분전반 화재 발생 유도 시 증거 확보에 어려움이 있다. 따라서, 수·배전반 및 분전반의 화재로부터 보호하기 위해서는 신뢰성과 안정성이 확보된 자동소화 시스템의 도입이 필요하다.

II. 본론

1. 화재 사례

수·배전반 및 분전반에서의 대표적인 화재사례를 표 1에 정리하여 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 수·배전반에서의 화재가 종종 발생하고 있으며, 이로 인한 직·간접적인 피해가 심각함을 알 수 있다. 특히 수·배전반 화재 시 막대한 간접적인 피해가 예상되는 한전의 경우 수·배전반 화재에 대비하여 여분의 수·

배전반을 이용하여 redundancy되게 시스템을 구성하고 있으면서도 그 피해의 확대를 막고자 최근 자동소화 시스템의 도입을 서두르고 있는 실정이다.

표1) 수·배전반 및 분전반 화재 사례

발생일시	장 소	원 인	피 해 규 모
2005. 5. 2	창원시 밀양동 B아파트	변전실 화재	6백여세대 12시간 정전
2005. 2. 22	서울 지하철 1호선 서문역	배전반 화재	출근길 2시간 대피
2005. 2. 9	서울 중계동 000아파트	변전실 화재	5백여세대 2시간 정전
2005. 1. 24	서울 성동구 00사우나 화재	배전반 화재	17명 경상 수백명 대피
2005. 1. 12	대전 은행동 삼기건물(5층)	배전반 화재	재산피해: 1억 2천만원
2004. 4. 7	대구지하철 방촌역 변전실	변전실 화재	변전실 변성기 결함
2003. 3. 2	부산 지하철 2호선 서면역	배전반 화재	승객 200명 대피
2003. 2. 14	매경백화점 수원점	배전반 화재	2주간 임시 휴점
1999. 12.	서울 성동구 00금융공장	분전반 화재	재산피해: 2억원
1999.	어선 제6한진호	배전반 화재	배전반 전선의 절연불량
1997. 5. 4	00공장	분전반 화재	재산피해: 1억 3천만원 생산피해: 5일
1993. 9. 24	대전 D원구소 화재	UPS 전원 공급파열	재산피해: 50억원
1989. 8. 29	W변전소 화재	지하케이블 접속부 과열	재산피해: 약 2억원

2. 수·자동 분사 장치 개요

소화약제의 저장용기와 자동밸브 역할을 하는 부분을 수동소화기와 동일하게 만들었으며, 그림 1에 수·자동 분사 장치의 작동로드를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 수동식 소화기 몸체 내부에 작동로드를 넣어 크기를 최소화하였으며, 작동원리는 소화기 상단에 열감지 센서가 부착되어 있어 열에 의한 정온 급속이 녹음으로서 밸브가 열려 약제가 자동으로 분사되는 것으로 발화시 화재를 조기 진화할 수 있는 구조로 세계 특허를 획득한 제품이다. 자동소화 System으로 구성 시 보다 빠르게 소화약제를 방출하고자 열감지 센서 상단에 세라믹 heating coil을 씌어 감지기가 화재로 인식함과 동시에 전기적인 열원을 부여함으로써 10초 이내에 작동하도록 설계하였다. 또한, 정온 급속의 녹는 온도는 설치 장소 및 현장 여건에 맞게 조절이 가능하다.



그림 1. 수·자동 분사 장치

화재 발생시 소화 Process를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 본 시스템은 세가지 process에 의해 화재를 진화할 수 있다. 첫 번째 방법으로 화재 발생 상황을 사람이 조기에 인지 한 경우 수동으로 작동하여 소화약제를 분사함으로써 화재를 진화할 수 있다. 두 번째 경우에는 감지기와의 연동에 의한 자동 process로 온도 감지기에 의해 판넬 내부의 온도를 항상 표시하고 있는데, 설정 온도 이상으로 상승하게 됨과 동시에 경고음을 발하게 되어 있으며 사람이 인지 한 경우 판넬 내부를 확인하고 control unit을 복구시켜 정상화시킴으로서 판넬 내부의 이상온도상승에 대비할 수 있다. 한편, 화재로 이어진 상황에서는 연기-연기 감지기를 교차회로로 구성하고 있기 때문에 연기 감지기가 하나 작동함과 동시에 싸이렌을 발하고 두 번째 연기 감지기가 작동함과 동시에 세라믹 heating coil에 전기적인 에너지를 부여함으로써 강제적으로 작동로드를 작동시켜 소화약제를 분사함으로써 조기에 화재를 감지 및 소화할 수 있도록 설계하였다. 세 번째 방법은 최악의 경우 주전원 및 예비전원이 훼손을 입거나 단선 등의 상황으로 두 번째 process에 의한 소화가 불가능한 경우에도 화재로 인하여 판넬 내부에 열이 발생·축적됨으로서 소화기 상단에 부착되어 있는 작동로드의 정온 금속이 설정온도에 도달함으로써 자체적으로 소화약제 용기를 개방하여 소화약제를 분사시킴으로서 소화를 원활 하게 할 수 있다. 이렇게 자체적으로 열을 축적하여 작동한다 하더라도 1분 이내에 작동을 하게 되며, 이 정도의 시간이라면 판넬 내부의 화재가 외부로 확산되지 않기 때문에 그 피해를 현저하게 경감시킬

수 있다고 할 수 있다.

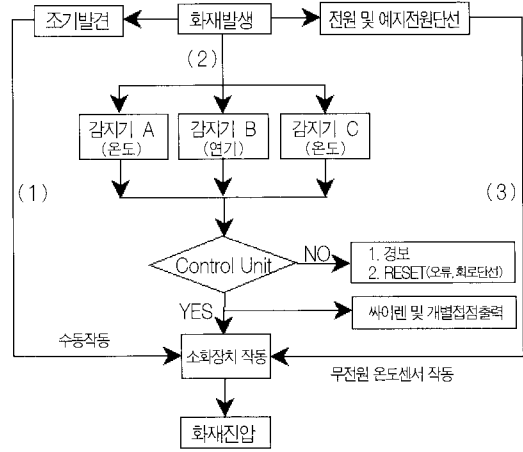


그림 2. 화재 발생시 소화 Process

3. 자동소화 시스템의 개요

본 자동소화 시스템은 감지부와 제어부(Control unit) 및 소화약제 충전용기로 구성되어 있으며, 현존하는 어떠한 감지기로도 구성이 가능하다. 또한, 온도 감지기를 추가 구성함으로써 판넬 내부의 온도를 상시 표출하고 있어 이상온도상승에 따른 문제를 조기에 점검 가능하며, control unit에는 감지기 이상, 회로 단선, 접촉불량 및 예비전원 방전 등 자가 이상 진단 기능이 내포되어 있어 이상 시 경보를 발하여 준다. 따라서 사용자로서 하여금 이러한 이상 증상을 즉시 복구 가능하게 해 줌으로서 유사시에 대비할 수 있도록 자동소화 시스템의 안정성 및 신뢰성이 매우 높다. 본 자동소화 시스템의 일반 구성도를 그림 3에 나타내었다.

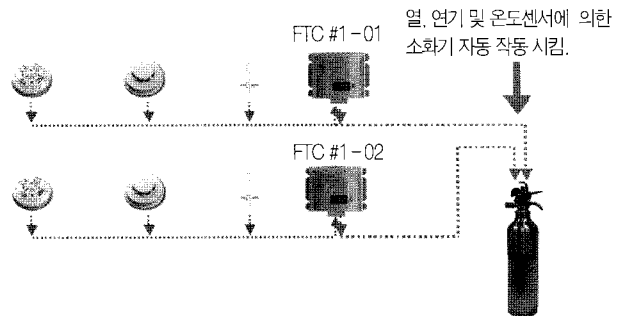


그림 3. 연기, 열 및 온도 감지기 시스템에 의한 일반 구성도

본 자동소화 시스템의 통신 구성도를 그림 4에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 중앙 center에서 화재 감시 및 제어가 가능하다. RS-485 디지털 데이터 통신 포트를 이용하여 local 지역의 각 감시상황을 실시간으로 모니터링 및 원격제어가 가능하다. 수·배전반이 위치한 전기실, 기계실 및 공동구 내에는 사람이 상주하지 않는 곳이 대부분이며, 자가진단과 같은 좋은 기능이 있다하더라도 유지관리가 되지 않을 경우 신뢰성 확보에 어려움이 있게 마련이다. 이렇게 사람이 상주하지 않는 곳에 분산 분포되어 있는 local 상황을 main center에서 일괄적으로 관리를 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

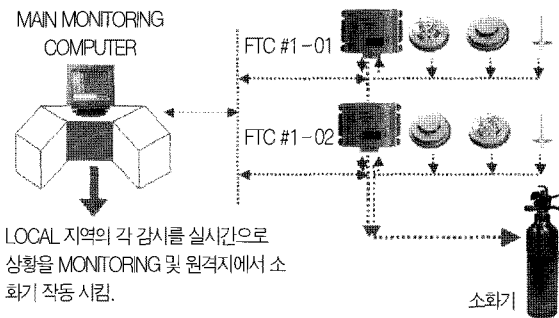


그림 4. 연기, 열 및 온도 감지기 시스템의 통신 구성도

4. 자동소화 시스템의 특징

본 수·배전반용 자동소화 시스템의 특징은 다음과 같다.

첫째, 연기, 열 및 온도 센싱, 분석, 처리, 전송 등 모든 기능을 디지털 처리하고 있어 아날로그 방식에 비해 신뢰성, 확장성이 우수, 관리효율의 향상된다.

둘째, 알람 경고 신호를 개별 점점과 디지털 데이터통신(RS-485)으로 전송할 수 있다. 따라서 Main Center에서의 종합감시가 가능하다.

셋째, 감시온도(Alarm)를 다양하게 Setup 가능하므로 현장 상황에 따라 알람 상태 감지 조건 변경 가능하다.

넷째, 화재 발생 사전 감지 예방 기능(Pannd 내부 온도 상시 표출)이 있다. 설정된 온도 High/Low 값에 따른 화재 경보 발령한다.

다섯째, 자가 이상진단 System의 내장으로 감지기의 이상이나 전선의 단선, 단락 또는 접촉 불량 시 경보 발령으로 빠른 복구기능을 내포하고 있다. 여섯째, 수동 및 자동으로 작동 가능하다.

5. 모의 화재실험

모의 화재실험용 판넬은 1800×800×400의 규격을 가지고 실험을 하였으며, 소화약제 충전 용기는 판넬 내부 오른쪽 상부에 부착하였다. 또한, 판넬 내부 바닥에 폐전선을 쌓아 놓고 n-heptan을 1L 정도 부어 점화시킨 후 판넬의 문을 조금 열어 놓았다. 일반적으로 특고압반, 고압반 등의 판넬은 완전히 막혀있는 구조가 아니기 때문에 소화약제의 방사 후 소화약제가 밖으로 빠져 나갈 것을 예상하고 실험을 하였다. 판넬 내부의 화염으로 인한 열이 발생하고 판넬 상부에 있는 소화기의 열가지부가 자체적으로 녹아 소화약제 자동으로 방출되는데, 걸리는 시간이 1분 이내이며, 소화가 정상적으로 이루어짐을 확인 하였다.

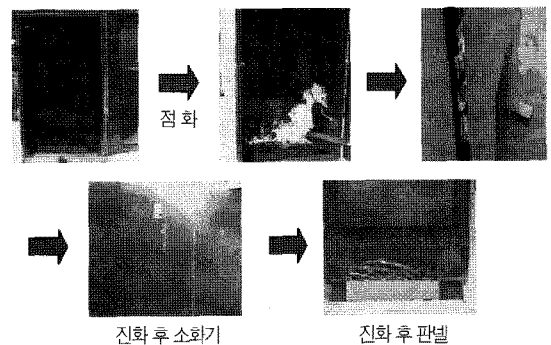


그림 5. 판넬 화재 모의실험

동일한 방법에 의해 감지기를 판넬 상부에 연결시킨 경우 약 10초 이내에 작동로드가 열려 소화약제가 방출되고 정상적인 소화가 일어남을 확인하였다. 실험과정을 그림 5에 나타내었다.

본 자동소화 시스템에 사용된 소화약제는 하론 1211으로 일반적인 판넬의 규격에 대한 소화약제의 요구되는 필요량을 산정하여 표 2에 나타내었다. 대부분의 판넬이 1kg 정도의 소화약제를 가지고 소화를 할 수 있으며, 특고압반과 D.C반 중에 몇 개에 대해 3~4kg 정도의 소화약제가 필요하다. 본 자동소화 시스템은 어떠한 약제를 충전해도 기능적인 문제점이 발생하지 않기 때문에 청정소화약제의 이용이 가능하다.

표2) 소화약제(Extinguishing Agent) : Halon 1211

구 분	폭(W)	깊이(D)	높이(H)	약제량(Kg)	비 고
특고압반	1,200	2,800	2,840	2.5	3.0
	1,800	2,800	2,840	3.6	4.0
고압반	800	1,800	2,350	0.8	1.0
	800	1,900	2,350	0.9	1.0
저압반	800	1,200	2,350	0.6	1.0
	800	1,500	2,350	0.7	1.0
D.C 반	600	2,000	2,200	0.7	1.0
	1,200	2,800	2,800	2.5	3.0

※ 용량계산 W×D×H×0.36×1.2(안전률 20%)×0.8(실부피 20%)

6. 설치 예

각종 판넬에 설치한 예를 그림 6에 나타내었다. 각 판넬의 규격으로부터 필요한 소화약제의 양을 산정하고 그에 해당하는 만큼의 저장용기를 판넬 내부에 간편하게 설치할 수 있다.

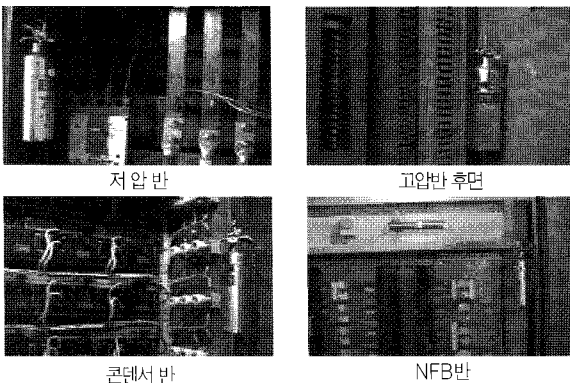


그림 6. 각종 판넬 내부에 자동소화 시스템 설치 예

III. 결론

수·배전반과 같은 소공간에 본 자동소화 시스템이 매우 적합함을 알 수 있었으며, 본 자동소화 시스템의 도입으로 다음과 같은 효과를 볼 수 있을 것이다.

1. 수·배전반 및 분전반 등과 같은 판넬에서의 전기 화재 시 화재의 확산을 막고, 피해를 경감시킬 수 있다.
2. 화재조사 시 전기적 원인에 의한 화재 발생 여부의 기초적인 증거확보가 어려우나, 자동 소화 시스템의 적용으로 완전 소락 방지를 방지함으로써 증거 확보로 화재 원인불명율의 감소 예상할 것이다.
3. 화재 발생에 따른 수·배전반 및 분전반의 완전 소락으로 화재조사 시 증거의 확보가 거의 불가능하다. 이러한 점을 악용하여 전기화재를 가장한 방화시도를 예방할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 한국전기안전공사, "전기화재통계분석", 13호(2004)
- 연합뉴스, kaka@yna.co.kr, (2004)
- 이종석, 문화일보, (2005)
- 연합뉴스, choi21@yna.co.kr, (2005)