

전기화재 감소를 위한 아크차단기의 필요성 및 마이컴 설계 알고리즘 연구

이해건, 곽동걸, 박근영, 이봉섭
강원대학교

A Study on Necessity of AFCI and Algorithm of Micom Design for Electric Fire Reduction

Hae Keon Lee, Dong Kurl Kwak, Kun Yong Park, Bong Seob Lee
Kangwon National University

ABSTRACT

Despite the numerous electric systems that have been developed, electric fires remain at a similar rate each year in total fires. This paper suggests that it is not enough to prevent electric fires only by the currently used electric system. We have studied ways to improve this situation. we have focused on AFCIs that have already been institutionalized in the United States. AFCIs work by detecting the arc fault in the circuit. This is expected to contribute greatly to reducing electric fires

1. 서론

화재에 대비할 방법으로 소화기, 화재경보기 등이 있으며, 소화기와 화재경보기는 초기 화재 대응 방법으로 이롭게 사용되었다. 하지만 이 둘은 화재가 발생하였을 때 조치를 취하는 수단이다. 화재가 발생했을 때를 대비하는 것도 중요하지만 그것보단 화재를 예방하는 방법이 더 중요하다.

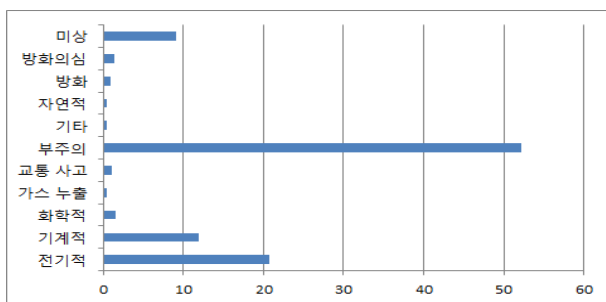


그림 1 2016년 화재 발화요인 통계
Fig. 1 ignition source statistics of a fire in 2016

그림1을 보면 2016년 발생 화재 중 전기적 요인이 20.64%라는 상당한 비율을 차지한다.^[1] 이는 기존의 전기적 요인을 감지하는 시스템에 부족한 점이 있다고 여긴다. 일례로써 접촉 및 접촉불량 등과 같은 과전류 보호 장치에서 발견하지 못하는 낮은 레벨에서 발생하는 아크에 의한 전기화재가 크게 발생하는 것으로 분석된다.^[2,3] 이러한 점을 보완하기 위해서 미국에서는 아크차단기의 사용이 이미 제도화되었지만, 국내에서는 아직 규정화는 물론 그 필요성에 대해서도 미미한 실정이다.

2. 아크차단기의 필요성

2.1 아크차단기 역할 및 기능

아크차단기는 회로 내에서 아크 결합 발생 시 전로를 차단하는 장치이다. 아크가 발생하는 곳에는 높은 열이 발생하는데, 이때 아크의 온도는 순식간에 수천 도까지 상승해 주위의 물체들을 점화시킬 수 있다.

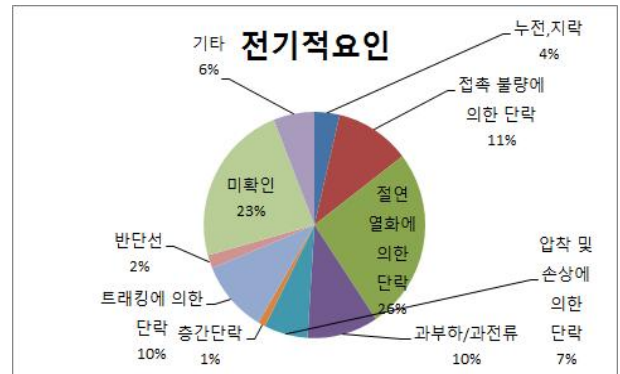


그림 2 2016년 전기화재 발화요인 통계
Fig. 2 ignition source statistics of a electric fire in 2016

아크로 인해 발생하는 전기화재는 그림 2에서와 같이 접촉 불량에 의한 단락, 반단선, 절연열화에 의한 단락, 압착 및 손상에 의한 단락, 증간단락, 트래킹에 의한 단락 등이 해당될 수 있다. 이는 전체 전기화재 중 약 78% 이상이 아크 결합에 의해 발생한다.

아크는 병렬아크, 직렬아크, 접지아크 세 가지 유형으로 발생하는데 병렬아크는 손상된 케이블, 지속적으로 콘센트를 구부리는 행위, 케이블이 압력을 받은 상태에서 발생한다. 직렬아크는 접촉불량, 반단선, 트래킹 등에서 발생한다. 접지아크는 외부의 영향으로 절연체와 접지 간의 성능이 약해졌을 때 발생하는 것으로 분석된다. 또한 아크는 유형별로 정상아크와 유해아크로 나뉜다. 아크용접기, 핸드 드릴과 같은 일부 장비는 아크를 발생시키고 여기서 발생하는 아크를 정상아크라고 한다. 유해아크는 절연체의 손상을 포함해 여러 가지 이유로 발생한다. 아크차단기는 아크가 발생할 때의 이벤트 특성을 측정하고 분석하여 정상아크라면 동작하지 않고 유해아크가 발생할 때 동작하여 회로를 차단하는 역할을 하게 된다.

2.2 아크차단기와 누전차단기의 차이 및 동향

아크차단기와 누전차단기의 목적에는 큰 차이가 있다. 아크차단기는 전기화재를 일으키는 유해아크에 대해 분기회로를 보호하여 전기화재를 예방하는 것으로 해석될 수 있고, 누전차단기는 인체 및 전기기기, 장비들이 누전으로 인한 감전사고를 예방하는 주역할을 가진다.

누전차단기는 1970년대부터 지금까지 여러 가지 문제점을 보완하며 개발되고 있으며, 보급이 잘되어 어디서나 쉽게 볼 수 있다. 그에 반해 아크차단기는 미국에서 1990년대 초반부터 연구가 시작되었고, 그 결과 미국에서는 아크차단기에 관한 규정도 제정되었다. 국내에서는 아크차단기의 필요성을 인정하고 있으나 규정 제정이 어렵고, 국내시장이 형성되지 않아 연구개발과 투자가 미비한 실정이다. 미국에서 사용하는 아크차단기 규정은 UL 1699가 유일한데, 이 규정은 110A 50Hz 15/20A인 미국 규정이라 해외에서 제품을 수입하여 사용하기에는 무리가 있어 국내 관련 업체들의 적극적인 개발 및 투자가 선행되어야 한다. 국내 개발은 2005년부터 한국전기연구소의 관련 기술개발을 시작으로 많은 업체가 관심을 가지고 기술 개발 중이다. 하지만 아크차단기가 본격적으로 보급이 되려면 국가에서 아크차단기 관련 규정을 제정해야 가능하다.

2.3 마이컴을 이용한 아크차단기 감지 코드 연구

```
#include <SPI.h>
#include <WiFi.h>
#include <MsTimer2.h>
int IN = 3; int OUT = 7; int Count = 0 ;
const byte interruptPin = 2;
char ssid[] = "Wi Fi 이름";
char pass[] = "Wi Fi 비밀번호";
int status = WL_IDLE_STATUS;
WiFiServer server(80);

void blink() {
    (중략)
}

void loop() {
    if(IN == HIGH){
        Count = Count + 1;
        if(Count >= 50){
            digitalWrite(OUT, HIGH);}
        WiFiClient client = server.available();
        if (client) {
            Serial.println("new client");
            boolean currentLineIsBlank = true;
            while (client.connected()) {
                if (client.available()) {
                    char c = client.read();
                    Serial.write(c);
                    if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
                        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                        client.println("Content Type: text/html");
```

```
client.println("Connection: close");
client.println("Refresh: 5");
client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.print("nomal");
client.println("</html>");
break;
}
if (c == '\n') {
    currentLineIsBlank = true;
} else if (c != '\r') {
    currentLineIsBlank = false;
}
}
}
}
}
```

상기 프로그램은 마이컴(Arduino)을 이용하여 아크 감지 코드를 구성하였다. 이 회로는 정상시에 원거리 감지기에 “nomal”을 전송하다가 100ms안에 유해아크가 50번 이상 감지되면 감지를 멈추고 경보신호를 출력하는 알고리즘을 가진다. 이 출력 신호는 아크사고를 나타내는 LED를 점등하고 인터럽트에 입력을 주어 원거리 감지기에 “danger”를 전송하고 멈춘다. 원거리 감지에서 “danger”를 수신하면 이를 확인하여 아크사고 발생을 감지하여 전로의 차단, 경보시스템 작동 등 후속 조치를 취할 수 있다.

3. 결론

매년 전개화재의 비율이 감소하지 않는 점으로 비취볼 때, 기존 전기안전 관련 시스템으로는 전개화재 발생률을 줄이는 것에 한계가 있다고 분석된다. 기존 안전시스템에서 탐지하지 못하는 아크를 감지하고 차단이 가능한 아크차단기의 폭넓은 연구와 보급이 전기화재를 예방하는데 필수불가결한 것으로 연구되었다. 이는 아크차단기를 사용함으로써 전기화재의 약 78% 이상을 예방할 수 있다고 예상된다. 이러한 아크차단기가 널리 사용되기 위해서는 국가적인 차원에서 관련규정 공포는 물론 아크차단기에 대한 연구지원, 인력양성 및 관련 산업체들의 경제적 기술적 지원 등이 시급하다고 분석된다.

본 논문은 국민안전처의 방재안전분야 전문인력 양성사업으로 지원되었습니다.

본 연구는 미래창조과학부에서 지원하는 현장맞춤형 이공계인재양성사업 ‘X Corps’의 연구수행으로 인한 결과물임.

참고 문헌

- [1] 국민안전처 국가화재정보센터 “전기적요인에 의한 화재건수” 2016.
- [2] KESCO, “Electric Disaster Statistics Analyses”, 2013.
- [3] D. K. Kwak. “Development of RCD Auxiliary Trip Device by using High Precision Current Sensor”, Trans, of KIEE Vol. 58, NO.8 pp. 1532 1537, 2009.