

냉방용 실내기 화재사례 분석 및 예방대책

김동욱 · 이기연 · 길형준 · 방선배 · 정영식*

한국전기안전공사 전기안전연구원, *인천대학교 전기공학과

1. 서론

냉방기기에서의 전기화재는 다양한 원인에 의해 발생하고 있으며 최근에는 복합적인 원인에 의해 발생하기 때문에 전기적, 열적, 기계적, 환경적 영향에 의한 제품의 열화특성과 발열 메커니즘 등 체계적인 연구와 분석을 통한 과학적이고 합리적인 안전설계안 제시를 위한 연구가 절실히 요구되고 있는 실정이다.⁽¹⁾

전기화재로 인한 인적·물적 손실은 국가와 기업의 대외 신뢰도 하락을 가져오고 있으며 자율경쟁제도 도입에 따른 안전과 관련된 규제완화에 대한 보완책으로 민간 자율에 의한 안전인증 등이 진행되고 있으나 생산자, 판매자, 소비자 모두가 안전을 확보할 수 있는 최적의 안전성 확보가 필요하며, 실증적 실험을 통한 안전설계대안 제시를 통한 산업기술의 발전과 기업의 이미지 제고, 지속적인 생산성 확보로 국가 경쟁력 확보를 위한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 사용량이 점차 증가하고 있는 에어컨에서 전기화재가 발생한 사례와 원인 및 재현실험을 통해 안전설계에 대한 제시를 위해 수행하였으며 화재 예방대책 등의 기초 자료로 활용 가능할 것으로 기대한다.

2. 냉방기 화재사례 및 재현실험

그림 1은 정상상태의 커패시터와 소손된 실내기에 설치된 송풍기 기동용 커패시터를 비교 분석한 것이다. 실내기에 설치된 커패시터는 $4\mu\text{F}$, 440VAC, 50Hz/0.55A, 60Hz/0.66A이다. 송풍 모터용 커패시터는 송풍 하우징의 좌측 상단부에 수평으로 설치되어 있었으며 커패시터의 단자 충전부는 외부에 노출되어 있었다. (a)는 상부에서 정상품과 소손품의 외형을 비교한 것으로 소손품의 경우 외부 표면에 검은 그을음이 부착하였으며 커패시터가 팽창하지는 않음을 알 수 있다. (b)는 극간 절연물 사이의 저항을 측정하여 약 50Ω 의 저항이 측정됨을 볼 수 있다. 이는 커패시터의 극간에 절연과파괴가 발생하여 탄화도전로가 형성된 것으로 판단된다.



(a) normal and damaged capacitor (b) The damaged capacitor

Figure 1. carbonized pattern analysis for the damaged capacitor.

그림 2는 커패시터 양단의 트레이킹 진전과정을 나타낸 사진이다. (a)는 지속적인 염수주입과 건

조대 형성으로 국부적으로 탄화도전로가 생성된 상태를 나타내고 있다. 이때 (b)와 같이 염수가 다시 극간에 주입되면 극간방전이 다시 시작되고 (c)와 같이 강한 화염을 동반한 폭발이 일어나게 된다. (d)는 실험 후 소손된 커패시터의 극간 사이의 절연물에 대한 저항을 측정한 것이다. 극간 절연물 사이의 저항이 약 14Ω이 측정되어 현장에서 소손된 커패시터의 저항과 비슷한 수치를 나타냈다. 또한 트레이킹에 의해 소손된 커패시터는 극간 사이의 절연물을 중심으로 탄화가 진행되어, 일반화염에 의해 소손된 커패시터와는 다른 특성을 나타냈다.

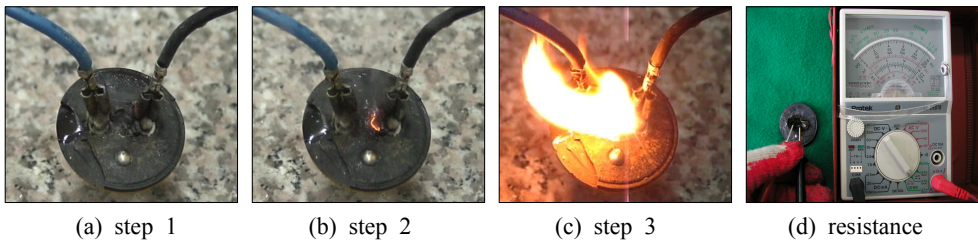


figure 2. The tracking process of capacitor surface

3. 결론

본 연구에서는 에어컨 실내기에서 발생한 전기화재 원인을 분석하고 재현실험을 통해 위험성을 입증하였다.

화재는 에어컨 실내기 상부의 중앙 부분에서 발화되어 플라스틱 재질의 가연성 물을 태우며 확대된 것으로 판단되었으며 구성품의 소손 특성 분석 결과 송풍용 모터의 기동용 커패시터에서 극간에 절연과피가 발생하여 탄화도전로가 형성된 것으로 나타났다.

따라서 실내기 하부의 냉각팬(열교환기)에서 발생된 차가운 공기가 대부분 송풍용 하우징 내부로 들어가 송풍용 팬의 동작으로 공기배출구를 통해 실내기 밖으로 나가게 되나 일부 차가워진 공기는 상부 커버와 하우징 사이로 들어와 송풍용 모터의 기동용 커패시터의 표면에 부착된 먼지 등 오염물질과 수분에 의해 전극 간에 미소방전이 발생하면서 극간 절연과피로 불꽃이 일면서 화재가 발생한 것으로 판단되었다.

그러므로 실내기 내부의 결로(結露)에 의한 절연과피 방지를 위하여 노출된 충전부를 절연물로 실드(Shield)하거나 결로가 생기지 않는 곳으로 이설하여 사고를 예방하고, 제품에 의한 화재의 확대와 피해를 최소화하기 위하여 사용되는 부품의 재질은 불연성 또는 난연성으로 교체하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

본 연구는 한국전기안전공사 사내 연구사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. S. H. Min, "A Study on Combustion Experiments of Multi Type Air-Conditioner Outdoor Units by Large Scale Calorimeter", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 25, No. 6, pp. 168-177 (2011)
2. C. K. Park, Electrical Disaster Statistics Analysis, Korea Electrical Safety Corporation, 2012, pp.7-24.
3. D. O. Kim, K. Y. Lee, H. K. Kim, Y. S. Chung, "A Study on the Electrical Properties of Parallel Arc", Proceedings of 2012 Spring Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 452-455 (2012).