



병렬아크의 전기적 특이점에 관한 연구

김동욱 · 이기연 · 김향곤 · 정영식*

한국전기안전공사 전기안전연구원, *인천대학교 전기공학과

A Study on the Electrical Properties of Parallel Arc

Kim, Dong Ook · Lee, Ki Yeon · Kim, Hyang Kon · Chung, Young Sik*

ESRI(subsidiary of KESCO), *Inchon University Electrical Engineering

요 약

전기배선 또는 코드가 가구 등의 무거운 물건에 깔리거나 진동이나 날카로운 모서리 등에 의해 피복이 손상되어 회로의 누설에 의한 경우 먼지 등 오염물질이 쌓여 습기를 포함하면 전기통로가 형성된다. 즉, 트래킹(tracking)현상과 부품의 열화 등에 의한 누설전류가 흘러 발생하는 전기적 조건의 변화 등이 있다. 또한 전기설비가 규격미달이나 노후된 경우, 전기설비를 변경할 경우, 혹은 전기설비가 잘못 사용되거나 기기와 맞지 않을 경우에 화재가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 일반적으로 가정에서 사용되는 전원코드에서 충전부에 흡습되어 나타날 수 있는 병렬아크에 의해 전원코드가 열화되어 용융되는 특성을 고찰하였다.

1. 서 론

2010년도에 발생한 화재는 41,862건으로 전기사업법에 의해 전기설비로 정의되지 않은 차량, 선박, 항공기 등에서 발생한 전기화재를 제외한 전기화재는 9,442건이 발생하여 22.6%의 점유율을 보였다. 또한 전기화재 중 전기배선 및 배선기구에서 발화한 화재가 1,990건으로 21.1%를 점유하였으며 전기배선 및 배선기구에서 발화한 1,990건을 세부적으로 분석하면 옥내배선에서 600건(30.2%)으로 가장 많이 발생하였고, 전기기기용 전선/코드에서 358건(18%)이 발생하였으며 다음으로 배선기구인 콘센트에서 258건이 발생하여 13%를 점유하였다.

이와 같이 화재조사는 목격자 진술을 토대로 옥내 배선기구나 가스 기구 등을 중심으로 조사가 이루어지고 마땅한 화재조사원인을 찾지 못하는 경우 전기배선에서 나타나는 용융흔 중심으로 화재원인을 판단하는 일이 자주 있다. 용융흔의 형성은 1차 용융흔 즉 합선에 의한 용융흔, 2차 합선 즉 외부화염에 의해 피복이 소실되어 합선으로 이어진 경우와 3차 용융흔은 즉 외부화염의 열에 의한 용융흔으로 분류되며 그 외 과전류, 반단선에 의한 용융흔이 있다고 알려져 있다.

그러나 일반적으로 사용되는 파워코드에서 외부의 스트레스로 인해 피복이 손상되고

그 부분에 수분 및 먼지 등의 흡습에 의해 병렬아크가 발생하여 화재이러질 경우의 수도 배제할 수 없다.

본 연구에서는 손상된 피복에 염수를 떨어뜨려 나타나는 병렬아크의 특성과 파워코드에 나타나는 현상을 고찰하였다.

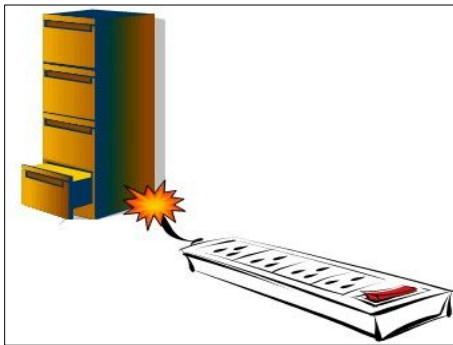
2. 연구내용

2.1 전기화재의 발화형태

일반적으로 가정용 전기제품에 사용되는 일체형 코드는 취급부주의에 의해 절연피복이 손상되어 단락이나 반단선에 의해 전기화재가 발생한다. 이러한 전기화재의 원인중의 다른 하나가 병렬아크라 할 수 있다.

그림 1은 절연피복이 손상될 수 있는 예를 나타낸 것으로 그림 1(a)과 같이 무거운 중량에 의해 피복이 손상된 상태에서 주위의 먼지에 의해 트래킹이 발생할 수 있으며 그림 1(b)와 같이 문틈이나 문 밑에 전원코드가 반복된 스트레스로 인해 피복이 손상되어 병렬아크가 발생할 수 있다.

그림 2는 비닐절연코드 VCTFK 1.25mm²에 피복의 일부를 벗겨 충전부가 노출된 상태에서 1% NaCl 수용액을 떨어뜨려 트래킹이 진행되는 것을 나타냈다. 그림 2(b)와 같이 초기에는 극간 거리가 가장 작은 부분에서 미소방전이 진행된 후 그림 2(c), 그림 2(d)와 같이 다양한 형태로 탄화도전로가 진행된 후 그림 2(e)와 같이 극간 아크방전이 발생하였다. 그리고 아크방전 이후 그림 2(f)와 같이 불꽃방전이 지속되었다.



(a) 중량물에 의한 피복 손상



(b) 문틈의 피복 손상

그림 1. 절연코드의 피복 손상 예



(a) STEP-1



(b) STEP-2

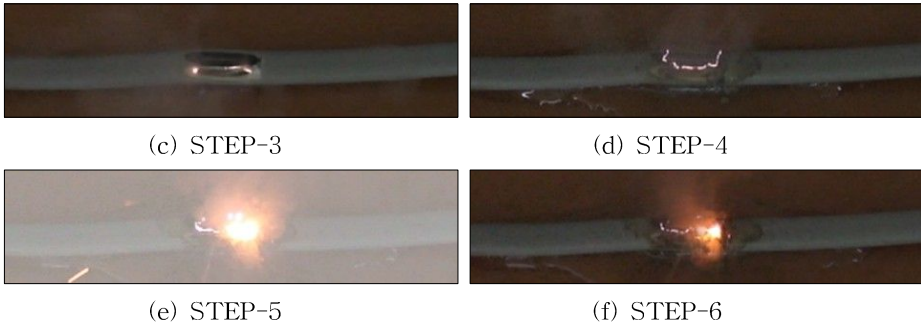


그림 2. 전원코드에서 트래킹 과정

그림 3은 트래킹이 형성된 도진체의 형태를 실체현미경에 의해 나타낸 것으로 그림 3(a)와 같이 초기 미소방전에 의해 탄화도진로가 형성된 경우 양극간 도체 사이의 절연재 표면이 약간 녹아 있는 것을 관찰 할 수 있으며 트래킹이 장시간 진행된 경우 그림 3(b), 그림 3(c)와 같이 양도체의 중심을 경계로 유사한 용융흔을 관찰 할 수 있다. 또한 그림 3(d)와 같이 보다 확대된 상태를 관찰하여 보면 양도체의 용융흔 사이에 절연재가 녹아 있는 형태를 관찰할 수 있다.

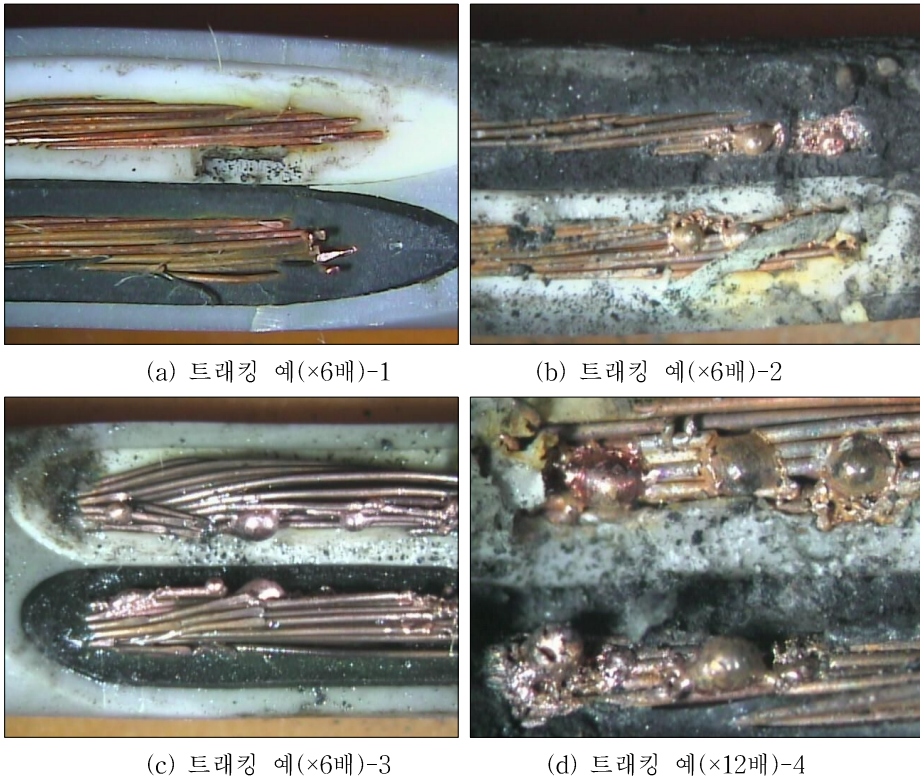


그림 3. 트래킹된 비닐절연코드의 부분확대

그림 4(a)는 트래킹이 발생된 절연재를 테스터로 측정한 결과 저항이 무한대로 나타났다. 비닐절연재료는 탄화도전로가 발생될 경우 발생된 열에 의해 그 주위가 녹아 저항이 무한대로 나타나는 경우가 많다. 이러한 경우 탄화도전로가 형성된 부위를 찾기보다는 그림 4(b)와 같이 플러그의 핀 단자의 저항을 측정하는 것이 효과적일 수 있다. 그러나 형성된 탄화도전로가 열에 의해 전부 녹아 있을 경우 도전체 사이에 저항으로 트래킹을 판단하기 어려운 경우가 흔히 있다. 이러한 경우 그림 3과 같은 도전체의 형상으로 트래킹을 판정할 수 있다.



(a) 탄화된 절연재

(b) 플러그 핀

그림 4. 테스터에 의한 저항 측정

3. 결 론

비닐절연재료는 탄화도전로가 발생될 경우 발생된 열에 의해 그 주위가 녹아 저항이 무한대로 나타나는 경우가 많다. 이러한 경우 탄화도전로가 형성된 부위를 찾기보다는 플러그의 핀 단자의 저항을 측정하는 것이 효과적일 수 있으며, 형성된 탄화도전로가 열에 의해 전부 녹아 있을 경우에는 도전체 사이에 저항으로 병렬아크 형성을 판단하기 어려운 경우 도전체의 형상으로 판정할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원(07교통체계-미래02)에 의해 수행 되었습니다.

참고문헌

1. 한국전기안전공사, “전기재해 통계분석”, 제19호 pp.7~23, 2011
2. D. W. Kim, “A Study on the Characteristics of Tracking Deterioration between Electrodes on Phenolic Resin used for Low Voltage”, ICEE 2002 conference
3. 三橋信雄, 緣破壊電線の劣化履歴と火災危険について, 日本火災學會誌, Vol.31, No.1, 1981, pp.11~19