

플러그 충전부 형태에 따른 트래킹 특성에 관한 연구

심상보 · 지승욱 · 오새별 · 김시국 · 이춘하

호서대학교 소방방재학과

A Study on the Tracking Characteristic Depending on Live Part Form on the Plug

Sim, Sang Bo · Jee, Seung Wook · Oh, Sae Byeol

Kim, Si Kuk · Lee, Chun Ha

Dept. of Fire and Disaster Protection Engineering, Hoseo University

요 약

본 논문은 플러그 충전부 형태에 따른 트래킹 발생특성을 분석하고자 현재 국내에서 시판되고 있는 플러그 중 형태가 서로 다른 플러그들을 시료로 선정하여 충전부간 거리에 따른 트래킹 특성을 KS C IEC 60112에 의거하여 실험을 실시하였다. 또한 모형 트래킹 실험장치를 제작하여 염해환경에서의 플러그 충전부간 트래킹 특성을 관찰하였고, 플러그에 가해지는 전압은 수전설비의 변압기 결선 형태에 주로 사용되는 단상 3선식과 단상 2선식의 형태로 인가하여 결선 형태에 따른 위험성을 추가적으로 분석하였다.

1. 서 론

전기는 실생활에서 광범위하게 사용되고 있으며 전기 없는 일상생활은 상상할 수 없을 정도로 우리 생활에 많은 부분을 차지하고 있다. 최근 전기사고에 의한 재산적인 손실과 많은 인명피해가 증가하고 있다는 점을 고려할 때, 전기사고 및 재해에 대한 관심이 요구되는 실정이다. 전기사고는 인간에게 직접적으로 피해를 주는 감전과 정전 그리고 설비의 고장을 유발하게 된다. 특히, 단락이나 절연파괴의 근원 중 하나인 트래킹은 화재를 야기시키기도 하며, 실제로 이와 같은 전기에 의한 화재는 빈번히 발생되고 있으며 그 피해는 엄청나다.¹⁾⁻²⁾ 전기적인 요인에 의한 화재는 다양한 변수들에 의해 복합적으로 발생하게 되는데, 그 중 전기배선 및 배선기구에서 발화한 화재가 많은 부분을 차지한다. 신축건물은 시방서에 따라 안전하게 시공되고 있지만, 노후 된 주택이나 재래시장, 항구 주변의 수산물 시장 등은 무분별하게 전선을 연결하여 전기 플러그나 과전류 차단기가 실외에 노출되어 있는 경우가 많아 염해환경에서 트래킹화재의 위험에 노출되어 있다.³⁾⁻⁴⁾

본 논문은 플러그 충전부 형태에 따른 트래킹 발생특성을 분석하고자 현재 국내에서 시판되고 있는 플러그 중 충전부 형태가 서로 다른 플러그들을 시료로 선정하여 충전부간 거리에 따른 트래킹 특성을 KS C IEC 60112에 의거하여 실험을 실시하였다. 또한, 모형

트래킹 실험장치를 제작하여 염해환경에서의 플러그 충전부간 트래킹 특성을 관찰하였고, 플러그에 가해지는 전압은 수전설비의 변압기 결선 형태에 주로 사용되는 단상 3선식과 단상 2선식의 형태로 인가하여 결선 형태에 따른 위험성을 추가적으로 분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 전극간격에 따른 트래킹특성

그림 1은 시험에 사용된 회로의 구성도를 나타낸 것으로 KS C IEC 60112에서 규정한 시험장치 및 시험방법을 이용하였고, 트래킹 파괴는 KS C IEC 60112에서 규정된 0.5 A 이상의 전류가 2초 이상 흐를 때 트래킹으로 판정 하였다. 전극 간격 d 는 4 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm로 하여 전압을 110 V, 220 V, 380 V로 인가하여 각각 10회씩 실험을 실시하여 트래킹 진정과정의 평균시간을 측정하였다.

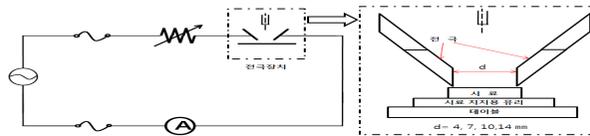


그림 1. 실험 배치도

2.2 전압인가형태에 따른 플러그 트래킹특성

그림 2는 실험의 결선도이며 가로 세로 높이 500 mm × 500 mm × 500 mm의 챔버를 제작하였고, 슬라이다스(Slidacs)를 사용하여 실험시료인 플러그에 220 V 단상 2선식, 단상 3선식을 각각 결선하였다. 그림 3은 실험에 사용된 플러그 시료이다. 오손액은 염화나트륨(NaCl)을 1 %질량으로 용해시킨 용액을 사용하였으며, 분무장치를 사용하여 오손액을 30 초마다 0.9 ml씩 분무하여 발생하는 트래킹 특성을 관찰하였고, 트래킹 판정 기준은 0.5 A 이상의 전류가 2초 이상 흐를 때 트래킹으로 판정하였다.

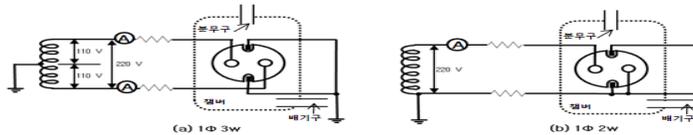


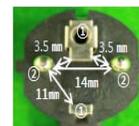
그림 2. 실험 결선도



(a) A사 플러그



(b) B사 플러그



(c) C사 플러그

① : 접지 단자 ② : 플러그 핀

그림 3. 실험 시료

3. 실험결과

3.1 전극간격에 따른 트래킹특성

그림 4의 (a)는 110 V전압 인가 시 전극간격별 트래킹 진전과정을 나타낸 것으로 전극 간격(d)과 무관하게 방전개시 및 탄화개시 시간에는 큰 차이가 없지만 트래킹 발생시간은 d에 따라 평균 d=4 mm일 때 20분, d=7 mm일 때 1시간, d=10 mm일 때 1시간 58분, d=14 mm일 때 6시간 23분으로 나타났다. (b)는 220 V전압 인가 시 전극 간격별 트래킹 진전과정을 나타낸 것으로 트래킹 발생시간은 d에 따라 평균 d=4 mm일 때 5분 30초, d=7 mm일 때 11분, d=10 mm일 때 24분, d=14 mm일 때 38분으로 나타났다. (c)는 380 V전압 하에서 전극 간격별 트래킹 진전과정을 나타낸 것으로 트래킹시간은 d에 따라 평균 d=4 mm일 때 3분, d=7 mm일 때 6분, d=10 mm일 때 8분, d=14 mm일 때 25분으로 나타났다.

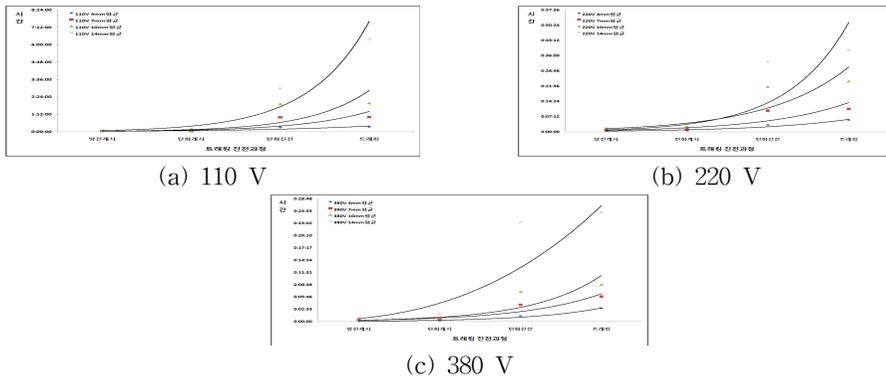


그림 4. 전극거리에 따른 트래킹특성

3.2 전압인가형태에 따른 플러그 트래킹특성

그림 5는 단상 3선식 결선에 따른 트래킹 특성을 나타낸 것으로 플러그 충전부 형태에 따라 탄화가 진전된 정도가 다르게 나타났다. A사의 플러그는 핀 사이에 있는 볼트구멍에 채워진 오손액 때문에 도전경로가 짧아져 이곳에서 트래킹 파괴가 일어났다. 반면에 나사 구멍이 없는 B사의 플러그는 플러그 핀 사이에서 탄화가 주로 진전된 것을 볼 수 있다. C사의 플러그는 접지단자와 플러그 핀 사이(@부분)에서 탄화가 집중된 것을 확인 할 수 있었다.



그림 5. 단상 3선식 결선에 따른 트래킹 후 사진

그림 6은 단상 2선식 결선에 따른 트래킹 특성을 나타낸 것이다. A사의 플러그는 단상 3선식 결선과 동일한 결과가 나왔다. 이는 플러그 핀사이의 볼트구멍에 채워져 있던 오손액에 의해 플러그 핀 사이의 통전경로가 짧아졌기 때문에 방전이 주로 플러그 핀 사이에서 발생한 것으로 생각된다. B사의 플러그는 플러그 핀 간 및 플러그 핀과 접지단자 사이에서 고르게 탄화가 진전된 것을 볼 수 있다. C사의 경우는 플러그 핀과 접지단자 사이의 거리가 짧기 때문에 이 곳에 탄화가 집중된 것을 확인 할 수 있었다.



그림 6. 단상 2선식 결선에 따른 트래킹 후 사진

4. 결론

본 논문은 플러그 충전부 형태에 따른 트래킹 발생특성을 분석하고자 충전부 형태가 서로 다른 플러그 3종을 시료로 선정하여 충전부간 거리에 따른 트래킹 특성과 전압 인가형태에 따른 트래킹 특성을 실험하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하게 되었다.

1) 전극간격에 따른 트래킹 특성

방전개시 시간과 탄화 개시 시간은 전압에 관계없이 큰 차이가 없지만, 전극 간격이 멀어질수록, 인가되는 전압이 낮아질수록 트래킹 발생에 많은 시간이 필요하였다.

2) 전압인가형태에 따른 트래킹 특성

A사 플러그는 단상 2선식 결선과 단상 3선식 결과에 대하여 유사한 결과가 나왔다. 이는 플러그 핀 사이에 있는 볼트 구멍에 채워진 오손액이 도전경로의 영향을 미쳤기 때문인 것으로 생각된다. 반면, 볼트구멍이 없는 B사의 플러그는 단상 3선식 결선에서는 플러그 핀 사이에서 탄화가 많았지만, 단상 2선식의 경우 모든 충전부에서 고르게 탄화가 발생되었다. C사 플러그는 단상 2선식 및 단상 3선식 결선 모두에서 플러그 핀과 접지단자 사이에서 탄화 진전이 활발한 것을 알 수 있었다.

이상의 결과는 노후 된 주택이나 재래시장, 항구 주변의 수산물 시장 등에서 사용 가능한 플러그 설계 및 설치기준의 기초로 활용 가능할 것이라고 생각된다.

참고문헌

1. 이춘하, 김시국, 옥경재, 지승욱, "누전차단기 절연재료의 소손 특성에 관한 연구", 한국 화재소방학회논문지, Vol.23, No.2, pp.62-66, 2009.
2. Seung-Wook Jee, Chun-Ha Lee and Kwang-Sik Lee, "Signal analysis methods to distinguish tracking process using time-frequency analysis", IEEE Trans, Dielectr. Electr. Insul., Vol.16, No.1, pp.99-106, 2009.
3. 송길목, 최충석, 노영수, 곽희로, "트래킹에 의해 열화된 페놀수지의 탄화 특성", 대한전기학회 논문지, Trans. KIEE, Vol.53C, No.1, 2004.
4. 김동욱, 문현욱, 김동우, 김형준, 정영식, "저압 차단기에서 트래킹에 의한 전기적 특이점에 관한 연구", 대한전기학회 전기설비부위원회 정기총회 및 추계학술대회 논문집, pp. 188-190.