

A-13

옥내용 배선과 스위치 클립(지지대)의 접촉 불량에 의한 열확산 패턴

최충석

전주대학교 소방안전공학과

Thermal Diffusion Pattern by Electric Wire and Contact Badness between Switch Clip for Interior

Chung-Seog Choi

Dept. of Fire Safety Eng., JEONJU University

1. 서 론

옥내용 소형 스위치는 한국산업규격(KS C 3809) 및 국제전기위원회(IEC 60669-1)에 적용 범위, 인용 규격, 정의, 종류 및 정격 성능, 구조, 치수 및 재료, 시험 방법, 검사, 제품의 호칭 방법, 표시 등이 구체적으로 언급되어 있다. 그 중에서 옥내용 소형 스위치의 적용 범위는 주파수 60Hz 교류 250V 이하의 전로에서 주로 옥내등 및 옥외등에 부착하여 전등의 점멸 또는 소형 전기기기에 사용하는 것으로 정격 전류 20A 이하인 것에 대해서 규정하고 있다. 다만, 자동 차단 기구가 붙은 것과 방폭형, 그 밖에 특수한 것 및 특정한 소형 전기기기에만 사용하기 위해서 특별히 설계된 스위치는 포함하지 않는다. 일반적으로 스위치는 나사 조임 단자 또는 나사 없는 단자를 갖고 있어야 한다. 비록 단자를 소정의 위치에 보유하거나 또는 단자의 회전을 방지한다고 하더라도 단자 내에서 도체를 조이는 도구를 기타 구성 부품을 고정하는데 사용해서는 안 된다. 스위치는 동선의 정격 전류와 공칭 단면적을 가진 것을 적절하게 접속되는 단자를 갖고 있어야 한다. 옥내용 소형 스위치류의 규격은 주파수 60Hz, 교류 250V 이하의 전로에서 주로 옥내등에 부착하여 전등의 점멸 또는 소형 전기기기에 사용하는 것으로 정격 전류 20A 이하의 것에 대해서 정의되어 있다.

스위치의 종류는 텀블러 스위치, 로터리 스위치, 누름 버튼 스위치, 폴 스위치, 코드 스위치, 도어 스위치, 텀블러 스위치, 누름 버튼 스위치, 전자 스위치, 지연 스위치, 타이머 스위치, 적외선식 자동 스위치, 파일럿 램프불이 스위치 등으로 분류된다. 스위치는 전기 에너지를 공급하고 차단하는 물리적인 매개체이므로 설계 및 구조, 시공, 관리 및 사용, 경년열화 등이 부적절함에 따라 전기 화재를 유발시킬 수 있다. 전기화재를 원인에 따라 분류하면 단락(합선), 과부하, 반단선, 트래킹 및 흑연화 현상, 누전, 접촉 불량 및 아산화동 증식 발열현상, 방전, 정전기 불꽃, 은이동 등이 있다.¹⁻⁶⁾

따라서 논고에서는 옥내용 조명설비의 전원을 ON/OFF 하기 위해 사용되는 스위치 기구부의 구조를 제시하고, 에너지원의 종류에 따른 스위치 클립(지지대)의 소손 패턴을 확보함으로써 향후 예상되는 PL 분쟁의 판단 근거로 활용하고자 한다.

2. 실험 방법

실험에 적용된 스위치에 연결되는 배선은 내열용 600V비닐절연전선(HIV; KS C IEC 60778-3, 450/700V, 2.5mm², LS Cable Co., 2008)이다. 일반 화염에 의해 열적 스트레스를 받아 소손된 스위치의 특성 해석을 위한 실험 조건은 한국산업규격(KS)의 난연성 시험 방법을 적용하였다. 시료의 설치는 60도 기울어진 대각선으로 고정시키고, 화염은 시료의 끝단에 인가하였다. 옥내 배선과 스위치 클립(지지대) 사이에 접촉 불량이 발생한 상태에서 과전류가 양단에 인가될 때 소손 패턴 해석을 위해 Primary Current Injection Test System(ODEN AT/1X BH-62421, Programma, Sweden)를 이용하였다. 시스템의 정격은 240V, AC 50/60Hz이며, Control Unit은 ODEN AT, 240C, Current Unit은 240X 2set, Cable Set은 2 x 5m x 120sqm GA-12052 등이다. 실험에 사용된 스위치는 정격 전류 15A, 정격 전압 250V(Anam Elec. Co.) 이하에서 사용할 수 있는 것이며, 실험이 진행될 때의 온도는 22±2℃, 습도는 40~60%를 유지 시켰다.

3. 결과 및 고찰

실험에 사용된 스위치의 전면은 그림 1(a)와 같으며, 배선이 스위치에 연결된 상태는 그림 1(b)와 같다. 배선의 피복을 벗기고 스위치의 클립에 끼워 넣은 스위치의 회로는 그림 1(c)와 같다. 즉 볼트나 나사를 사용하지 않고 전선의 피복을 제거하고 클립(지지대)에 의해 물리적인 압력이 가해져 접속이 되도록 설계되어 있다.

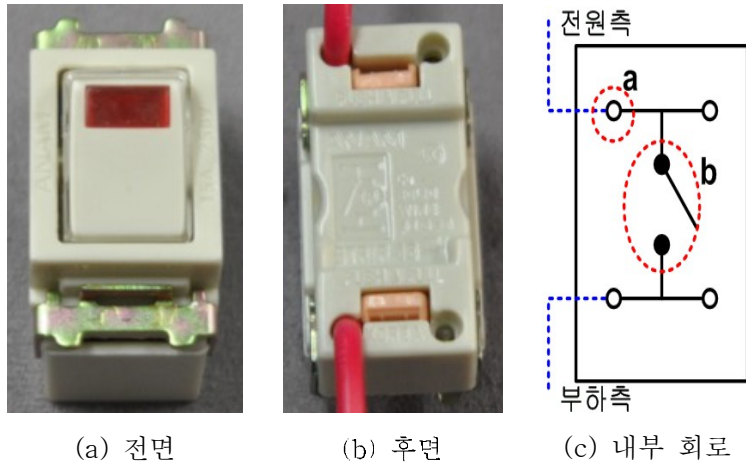


그림 1. 실험에 사용된 스위치의 외형 및 내부 회로

그림 2는 실험에 사용된 스위치를 나타낸 것으로 저압용 단극용으로 정격 전류 15A, 정격전압 250V이다. 스위치의 구성은 배선을 연결하는 클립 및 지지대, 가동 접점, 표시램프, 덮개 및 외함, 고정금구 등으로 되어 있음을 알 수 있다.

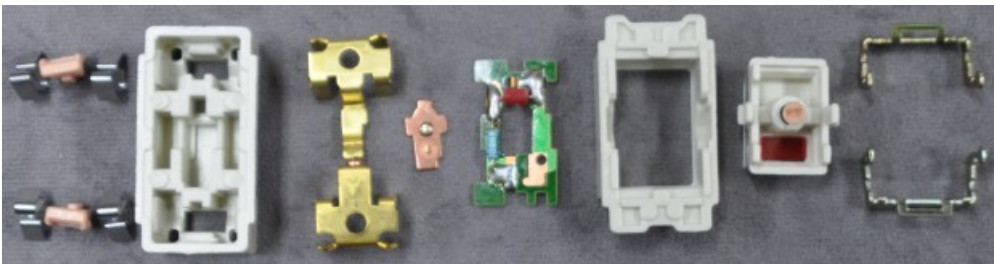


그림 2. 실험에 사용된 스위치를 분해한 실체 사진

그림 3은 한국산업규격(KS)의 난연성 시험이 완료된 스위치의 단면 및 분해도를 나타낸 것이다. 고정금구 및 클립은 비교적 양호한 형태를 유지하고 있으나 내부에 설치되는 클립 지지대, 가동 접점, 표시램프 등이 변색되었다. 또한 화염의 방향성은 밖에서 안쪽으로 진행되었음이 명확하게 확인할 수 있다.

배선을 연결하는 클립, 고정금구 등은 소손의 흔적이 거의 없으나 클립 지지대, 가동 접점, 표시 램프 등은 심하게 탄화되었다. 즉 접촉 저항이 큰 부분에서 집중적으로 소손되었고 내부에서 외부로 탄화가 진행된 것이 확인된다.

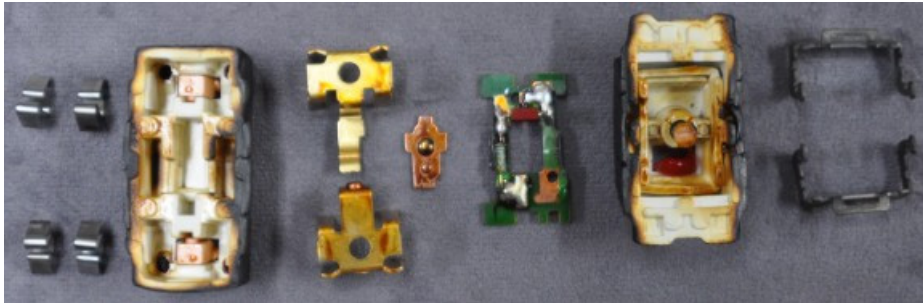


그림 3. 일반 화염에 전소된 스위치 단면의 실제 사진

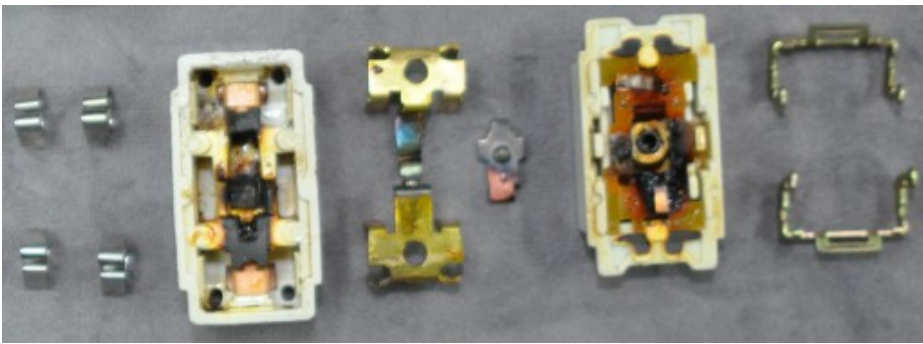


그림 4. 과전류에 의해 가속 열화된 스위치의 소손 패턴

4. 결 론

옥내용 조명설비를 ON/OFF 하기 위해 사용된 스위치의 실제사진 및 분해도를 제시하고, 에너지원의 종류에 따른 스위치 클립(지지대)의 소손 패턴을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 실험에 사용된 스위치는 볼트나 나사를 사용하지 않고 전선의 피복을 제거하고 클립(지지대)에 의해 물리적인 압력이 가해져 접속이 되도록 설계된 것이다. 저압용 단극용으로 정격전류 15A, 정격전압 250V이다. 스위치의 구성은 배선을 연결하는 클립 및 지지대, 가동 접점, 표시램프, 덮개 및 외함, 고정금구 등으로 되어 있다.
- (2) 한국산업규격(KS)에 의한 난연성 시험에서 일반 화염을 인가하여 탄화되었을 때 표면은 균열이 심하게 발생하였으나 화염을 제거한 후에 화염이 자연 소화되었다. 즉 사용된 절연재료는 난연성이 우수하였고, 메거를 이용하여 절연저항을 측정한 결과 양호하였다.

- (3) 난연성 시험이 완료된 스위치를 분해한 결과 고정금구 및 클립은 비교적 양호한 형태를 보이나 내부에 설치되는 클립 지지대, 가동 접점, 표시 램프 등이 변색되었다. 또한 화염의 방향성은 밖에서 안쪽으로 진행되었음이 명확하게 확인할 수 있었다.
- (4) 과전류의 통전에 따른 스위치의 열화 실험에서 배선을 연결하는 클립, 고정금구 등은 소손의 흔적이 거의 없으나 클립 지지대, 가동 접점, 표시 램프 등은 심하게 탄화되었다. 즉 접촉 저항이 큰 부분에서 집중적으로 소손되었고 내부에서 외부로 탄화가 진행된 것이 확인된다.

참고문헌

- 1. 한국표준협회, 한국산업규격 KS C 8039, 2002.
- 2. 최충석 외 5, “전기화재공학”, 도서출판 동화기술, pp. 189-198, 202, 2004.
- 3. 최충석 외2, “과전류에 의해 용단된 소선의 특성 해석에 관한 연구”, 한국 산업안전학회 논문지, Vol.19, No.1, pp.60-65, 2004.
- 4. 최충석 외2, “외부화염에 의해 소손된 비닐코드의 단락 특성에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.18 No.4, pp.72-77, 2004.
- 5. 최충석, 김향근, “열 스트레스에 의한 비닐절연전선의 탄화 패턴 및 결정 구조의 변화”, 대한전기학회 논문지, Vol.57P No.3, pp.332-337, 2008.
- 6. 최충석 외 3, “직렬아크에 따른 도체의 산화물 증식 및 전압 파형 분석”, 대한전기학회 논문지, Vol.55P No.3, pp.146-152, 2006.