

모발건조기 화재 감정 기법에 관한 연구

문현욱, 길형준, 김동욱, 김동우
한국전기안전공사 전기안전연구원

The Study about Fire Judgment Method on Hair Dryer

Hyun-Wook Moon, Hyung-Jun Gil, Dong-Ook Kim, Dong-Woo Kim
Korea Electrical Safety Corporation Electrical Safety Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 생활공간에서 발생하는 모발건조기로 인한 전기화재의 화재 감정 기법에 관하여 알아보았다. 모발건조기의 전원장치, 제어장치, 발열장치, 송풍장치 등의 구조분석과 화재 재현 실험을 통한 각 요소의 화재 위험성 분석으로 모발건조기의 화재 현장 조사 및 감정 포인트에 대해 알아보았다. 그래서 모발건조기에서 발생하는 전기화재의 정확한 조사 및 감정을 통해 앞으로 일어날 수 있는 전기화재를 예방하고자 한다.

1. 서 론

2009년도에 발생한 전기화재는 9,391건으로 전체 발생 화재 47,318건의 19.8%를 차지하고 있으며 사고설비별 전기화재 발생은 전기배선 및 배선기구에서 발생한 화재가 2,158건으로 23.0%이며 다음으로 조명기구 및 간판에서 발생한 화재로 11.7%인 1,103건이 발생하였다. 사고설비별 전기화재의 가장 큰 부분을 차지하는 전기배선 및 배선기구에서 발생한 2,158건을 세부적으로 분석하면 옥내배선에서 704건(32.6%)으로 가장 많이 발생하였고, 전기기기용 코드에서 412건(19.1%)이 발생하였으며, 다음으로 배선기구인 콘센트에서 284건이 발생하여 13.2%를 점유하였다.[1] 앞의 사고설비별 전기화재 통계를 보면 일반적으로 저전압에서 화재가 많이 발생하며 이렇게 저전압에서 전기화재가 많은 이유는 대부분의 가전기기 및 동력기기에서 사용하는 전압이 220V나 380V이기 때문으로 분석된다. 일반적으로 저전압에서 발생하는 전기화재가 침실이나 거실, 목욕탕 등 생활공간에서 가장 많이 발생하는 이유로 우리의 생활공간에서 사용하는 전압이 저전압이기 때문으로 분석된다.

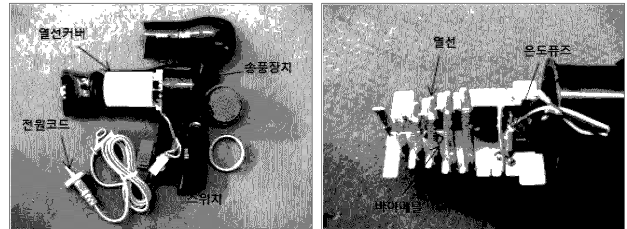
본 논문은 생활공간에서 많이 사용하는 모발건조기의 구조분석과 화재 재현 실험을 통해 화재 위험 요소를 알아보고 현장조사 및 감정기법을 정리하여 화재예방에 도움이 될 것으로 판단한다.

2. 본 론

2.1 모발건조기 구조

모발건조기는 생활공간에서 주로 사용되는 제품으로 일반적으로 제품을 사용자가 직접 잡고 머리 등을 말리는데 사용되므로 화재, 화재, 감전 및 전차과로부터 안전한 구조로 되어 있어야 한다. 이를 위한 규격은 KS C 9311과 KS C IEC 60335-2-23의 적용을 받는다. KS C 9311(전기 모발 건조기)의 적용범위는 송풍장치와 전열장치를 내장한 손잡이형의 모발건조기로 규정하고 있다. KS C IEC 60335-2-23(가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성-제2-23부 : 피부 손질 또는 모발 손질용 전기기기에 대한 개별 요구사항)의 적용범위는 정격전압이 250V이하인 것으로 사람 또는 동물의 피부 및 모발을 손질하기 위한 가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성을 취급을 범위로 하고 있다.[2-3]

그림 1(a)에서 보듯이 일반적으로 모발건조기는 전원장치, 스위치가 장착된 제어장치, 열선 커버와 열선의 발열장치, 송풍장치 등으로 구성되어 있다. 제어장치로는 손잡이 부분에 위치한 스위치를 사용하며 스위치 종류로는 텀블러식, 푸시식, 슬라이드식이 있고 꺼짐과 약, 강의 켜짐으로 동작하는 3동작 스위치와 꺼짐과 냉풍, 온풍(약), 온풍(강)의 켜짐으로 동작하는 4동작 스위치가 있다. 바람을 일으켜주는 송풍장치는 팬과 소형 모터로 이루어져 있으며 소형모터는 직류 모터를 이용하므로 모터 아랫부분에 교류를 직류로 바꿀주는 정류기가 설치되어 있다. 발열장치는 합금으로 된 등근 열선 커버와 열을 발생하는 발열체로 히터 코일을 사용한다. 히터 코일 안쪽에는 과열을 방지하는 바이메탈 스위치가 안전장치로 설치되어 있다. 그리고 그림1(b)의 발열 부분에는 열선의 과열을 방지하기 위해 바이메탈과 온도퓨즈를 설치하여 안전장치로 사용하는 제품도 있다.[4]

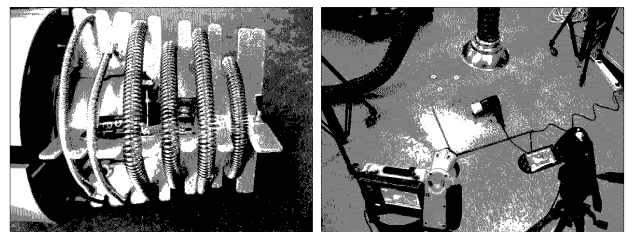


(a) 전체 구조 (b) 발열 부분
〈그림 1〉 모발건조기의 구조

2.2 모발건조기 화재 재현 실험

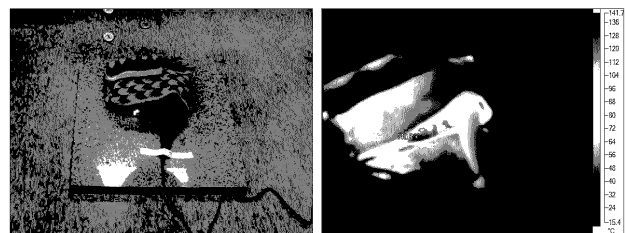
모발건조기는 그림 1(b)에 보듯이 바이메탈과 온도퓨즈를 이용하여 온도제어를 하고 있다. 그리고 온도상승으로 인한 과열을 방지하기 위한 안전장치로도 사용되고 있다. 따라서 화재 재현 실험은 바이메탈의 안전 기능인 과열을 방지하는 기능을 제대로 작용하지 못하게 만들고, 다른 기능들은 정상적으로 동작하는 상태에서 실시하였다.

본 실험은 바이메탈 스위치가 모발건조기의 과열을 방지하여 전원을 차단시키므로 그림 2(a)와 같이 바이메탈 스위치의 접점이 온도상승에도 떨어지지 않게 강제로 연결을 하고 실험을 하였다. 그림 2(b)는 모발건조기의 화재 재현 실험을 구성한 장치로 실험은 총 30분 동안 실시되었다.



(a) 구속된 바이메탈 스위치 (b) 실험장치
〈그림 2〉 모발건조기 화재 재현 실험 장치

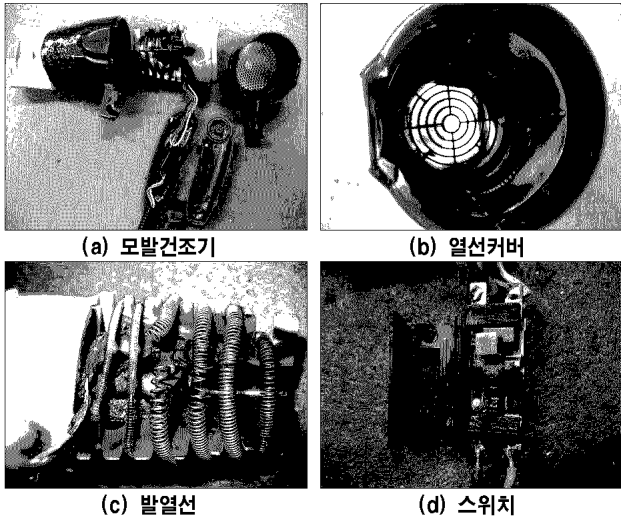
실험에서는 사용자의 부주의로 인해 흔히 발생하는 경우를 설정하여 모발건조기에 수건을 덮어두고 실험을 실시하였으며 실험 시작 후 약 24분에 그림 3(a)과 같이 모발건조기에서 착화가 일어나는 모습이다. 그림 3(b)에서 보듯이 착화가 발생할 때 실시간 영상 열분포 측정시스템(Fluke, TI45-FT, USA)으로 확인한 최고 온도는 약 140°C이다. 바이메탈은 약 120°C에서 접점이 떨어져서 전원을 차단하므로 바이메탈이 정상적으로 동작을 했을 경우에는 착화가 발생하지 않았을 것이다.



(a) 착화되는 모발건조기 (b) 열화상 사진
〈그림 3〉 모발건조기의 착화

그림 4(a)는 실험 종료 후 모발건조기의 전체모습이다. 그림에서 보듯이 모발건조기의 외형은 열에 녹아 변형되었으며 송풍장치의 팬도 녹았다. 그림 4(b)의 열선 커버는 내부가 불에 그을리고 모발건조기 외형과 붙어 있는 상태이다.

그림 4(c)를 보면 모발건조기 내부의 발열 코일은 끊어진 상태이다. 실험 중 착화가 일어나면서 모발건조기 내부가 불에 그을리고 발열 코일이 끊어지며 용융흔을 생성하였다. 그림 4(d)는 모발건조기의 스위치의 모습으로 스위치의 접점은 붙어 있는 상태로 남아있다.



〈그림 4〉 실험 후 모발건조기 모습

바이메탈의 비정상 동작으로 발생한 화재 재현 실험을 통해서 알 수 있듯이 모발건조기에서 화재가 발생했을 때에는 많은 화재 위험 요소 중에서 현장 조사 및 감정을 통해 정확한 화재 원인 규명을 실시하여야 한다.

2.3 모발건조기 화재 현장 조사 및 감정 기법

모발건조기에서 발생한 화재 원인 규명을 위한 조사 및 감정 포인트는 모발건조기의 화재 위험 요소인 전원코드의 절연파괴, 히터코일의 과열에 의한 착화, 내부에 퇴적된 먼지에 착화된 불티 비산, 송풍기의 구조에 의한 모터 과열, 사용자의 부주의에 의한 착화 등을 고려하여 다음과 같다.[4]

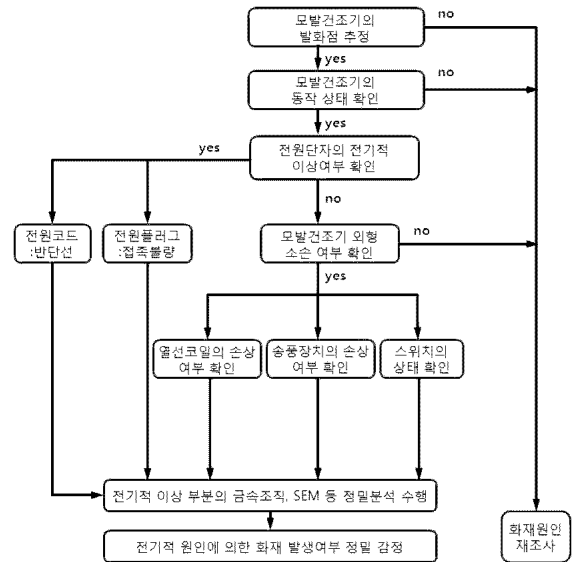
첫째로 모발건조기의 전원코드를 살펴봐야 한다. 전원코드에 전기적인 특이점, 단락흔 등이 식별된다면 전원코드가 연결되었다는 것이며, 발화부내에 전원코드가 연결된 가전제품이 있다면 발화원으로 작용하였을 경우를 충분히 검토하여 배제하여야 할 것이다.

둘째로 우선 걸로 확인할 수 있는 열선코일 커버의 변색 정도를 살펴봐야 한다. 열선코일 커버의 오염 정도가 심하고 검게 그을렸으며 비교적 검은 색을 띠고 있고 다른 요인과 부합이 되어 충분한 배제 요인이 성립된다면 배제하여도 무방하겠지만, 변색이 비교적 밝은 색으로 되어있고 극부적으로 열 받은 형상이 식별된다면 의심을 하여 다른 요인을 찾아서 과학적으로 증명을 하여야 할 것이다.

셋째로 모발건조기의 내부 배선을 확인하여 내부 배선에 단락흔 등이거나 전기적인 요인이 식별된다면 화재 당시 전원이 인가되었을 뿐만 아니라 스위치가 작동 중이었다고 봐야 한다. 그렇다면 관계자의 진술 및 수사를 통한 보증이 필요하겠지만, 발화원과의 상당한 개연성을 가지고 있다고 봐도 무방할 것이다. 예를 들어 전원이 인가되어 있고 작동 중에 외부의 다른 가연물에 의해 모발건조기가 소훼되었다면, 가전제품의 내부배선보다는 전원 코드의 비닐 절연체가 먼저 소훼되어 절연이 파괴되면서 단락을 형성하여 전원이 차단되었을 것이고, 내부배선에는 전원이 차단된 상태로 연소가 되기 때문에 단락 등은 이루어지 못할 것이다.

마지막으로 모발건조기에서 발화하였으나 합선보다 누전이 선행되었고 누전차단기가 작동하였을 경우는 단락을 이루기전에 누전으로 인해 누전차단기가 작동을 하여 전원이 차단될 수 있을 가능성이 있으므로 이때는 연소형상 등이나 관계자의 진술 등으로 판단하여야 한다.

그림 5는 모발건조기의 화재 위험 요소와 화재 원인 규명을 위한 조사 및 감정 포인트를 기반으로 하여 화재 감정 절차를 도표로 나타낸 것이다.



〈그림 5〉 모발건조기 화재 감정 절차

3. 결 론

본 논문에서는 생활공간에서 사용되는 모발건조기의 구조분석과 화재 재현 실험을 통하여 화재 위험 요소를 알아보고 모발건조기의 열선 커버, 발열선, 스위치 등에서의 화재 원인 규명을 위한 조사 및 감정 포인트를 알아보았다. 모발건조기의 화재 감정 절차는 그림 5와 같고, 모발건조기의 조사 및 감정 포인트를 정리하면 다음과 같다.

- ① 전원 코드의 기계적 피로에 의한 단락선 유무 및 용융흔의 형태 확인
- ② 전원 코드 플러그의 접촉불량 발생 유무 확인
- ③ 몸체 내 열선코일의 접촉 및 용착 여부의 확인
- ④ 손상된 전기 모발건조기의 작동위치 및 상태 확인
- ⑤ 송풍장치(모터 및 팬)의 구조 운전에 의한 과열 확인
- ⑥ 송풍장치의 고장 유무 확인
- ⑦ 몸체 내부의 이상발열 감지장치(바이메탈, 온도퓨즈)의 상태 확인
- ⑧ 전기 모발건조기의 사용조건 및 거치 상태 확인
- ⑨ 기타 배분전반의 차단기의 동작 상태 등 확인

모발건조기는 비교적 작은 가전제품이고 또 소훼가 되면 눈에 잘 띠지 않으므로 현장조사시 상당한 주의가 요구되며 감정 절차 및 포인트에 따라 정확한 조사 및 감정을 실시해야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 임인배, "전기해체통계분석", 한국전기안전공사, pp.7-24, 2010
- [2] 한국산업규격, "전기 모발 건조기(KS C 9311)", 2002
- [3] 한국산업규격, "가정용 및 이와 유사한 전기기기의 안전성-제2-23부: 피부 손질 또는 모발 손질용 전기기기에 대한 개별 요구사항전기모발 건조기(KS C IEC 60335-2-23)", 2005
- [4] 문현욱, 김동욱, 이기연, 김향곤, "모발건조기에서의 화재위험성에 관한 연구" 대한전기학회 전기설비부문화 춘계학술대회, 2011