

가정용 전기기기의 발화사례 분석 및 예방에 관한 연구

이승호*, 이오걸**, 강형욱**, 구영환***
 동의공업고등학교*, 동의과학대학교**, 부산남부소방서***

Analysis by Ignition of Low Power Wire

Seung-Ho Lee*, Oh-Keol Lee**, Kang Hyun-Wook**, Heyng-Gil Kim***
 Dong-Eui Technical HighShool*, Dong-Eui Institute of Technology**, Busan City NamBu Fire Service***

Abstract - 본 연구에서는 아직은 우리 주변에서 생소하지만 향후 사용 빈도가 높아질 중앙 집진식 청소기의 발생 가능한 화재원인을 연구하여 어떤 조건하에서 발화가능성이 있는지, 발화요인 제거와 화재조사 시 과학적으로 명확하게 판단하여 원인불명의 화재가 발생하지 않도록 중앙 집진식 청소기의 화재 감식기법과 예방을 위한 개선방향을 제시하고자 한다.

1. 서 론

1901년 영국에서 진공청소기가 발명되어 온 이후 현재는 가정에서 사용이 보편화되어 있고 사용용도에 따라 다양한 청소기가 이용되고 있는 실정이다.

현재 중앙집중식 청소기는 보급 초기단계로 전체 청소기 중에서 작은 비중을 차지하고 있고 일반인에게 생소하여, 이번 연구의 계기로 중앙집중식 청소기 시스템의 구조·원리 등을 정확히 이해하여 과학적인 화재 조사를 위해 연구·분석하게 되었다.

이동식 청소기는 실내에 다시 먼지와 소음을 그대로 전달하지만 중앙집진식 청소기는 기기 본체를 일정한 장소(다용도실 또는 발코니)에 설치하여 청소시 쓰레기·먼지·악취·진드기 등을 완벽하게 흡입하여 실외로 배출시키므로 실내의 오염을 완벽하게 제거한 환경 친화적 차세대 청소기로서 현재 미국에서는 고가 주택에서 설치되고 있다

우리나라도 현재 고급아파트에 설치 증가 추세이고 2015년 4월부터 아파트 분양가상한제가 폐지됨에 따라 분양가가 높아지므로 건설사가 이윤 확대를 위해 중앙집진식 청소기 설치 가 확대 예상되므로 화재발생 가능성도 현재보다 더욱 높아질 것이다.

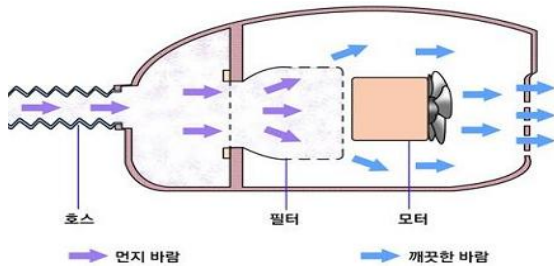
이번 연구 분석을 통해 중앙집진식 청소기의 화재 사고사례를 살펴보고, 이를 분석하여 화재위험 가능성을 확인하여 화재감식 시 기초자료로 활용하기 위하여 실시하게 되었다.

2. 중앙 집진식 청소기의 현황

2.1 중앙 집진식 청소기의 기본 구조.

중앙 집진식 청소기는 청소기 본체의 이동없이 청소용 호스만을 흡입구에 삽입, 필요시 언제든지 청소가 가능한 시스템으로 본체, 청소용 배관, 흡입구 등을 건축물과 함께 시공하므로 입주자는 청소용 호스만 보관하는 구조로 되어 있다.

진공청소기의 원리는 아래 그림처럼 모터가 연결된 송풍장치는 강한 회전을 통해 청소기 내부를 외부의 보통 기압보다 낮은 기압상태(진공상태)로 만든다. 1분에 만번 이상의 강력한 모터 회전은 청소기 내부의 공기를 환풍기처럼 청소기 외부로 빨아내게 된다. 그러면 청소기 내부의



<그림 1> 청소기의 원리

기압이 외부에 비해 현격히 낮아지게 되므로 고기압에서 저기압으로 이동하는 기체의 이동 원리에 의해 고기압 상태인 청소기 외부공기가 저기압상태인 청소기 내부로 빨려 들어오게 되는 것이다. 호스를 통해 청

소기 내부로 외부공기가 빨려 들어올 때 먼지와 티끌 등도 함께 섞여 들어오게 된다.

호스를 따라 들어온 먼지와 티끌 등 오물이 섞인 외부 공기는 먼지봉투에 모이게 되는데, 먼지봉투의 미세한 구멍을 통해 공기는 빠져나가게 되고 먼지와 티끌은 먼지 봉투에 남게 된다.

먼지봉투를 빠져나온 공기는 아직도 남아있는 미세한 먼지를 걸러 내주는 필터시스템을 거치게 되며, 미세한 먼지까지 모두 걸러낸 깨끗한 공기만 청소기 뒤로 빠져나가게 되는 것이다.

2.2 중앙 집진식청소기 화재사례

가. 화재 개요

- 일 시 : 2015.03.08.(일) 20:47, 21:10(완전)
- 장 소 : 부산광역시 남구 수영로 345 대연힐스테이트 102동 ****호
- 재산피해 : 849천원 (부동산 667, 동산 182)
- 원 인 : 진공청소 집진기의 모터에 전원을 연결하는 두 개의 브러쉬 중 한쪽 지점은 손상이 없지만 다른 지점의 끝부분에서 강한 소훼흔이 발생된 점으로 보아 브러쉬의 과열이나 접촉불량으로 인해 최초 발화된 화재로 추정됨

나. 화재조사



<그림 2> 건물 내부 소훼 사진

안방과 근접한 발화장소인 다용도실은 에어컨 실외기, 집진기청소기 본체가 위치하며 천정을 통해 안방으로 연소가 진행된 상태이며, 에어컨 실외기 본체 및 전기배선에서 단락흔 및 용융흔 등 특이점을 식별하지 못하였으며, 집진청소기의 바닥에서는 합성수지제 호스와 전선 등이 소훼 잔류물이 쌓여 있고 집진기의 하부가 상부지점보다 강한 소훼흔과 외부보다 내부에서 강한 소훼흔으로 보아 집진기 내부지점이 최초 발화 지점으로 추정됨.



<그림 3> 집진기 본체 하부

집진 청소기의 하부 바닥 일부지점에서 강한 소회흔은 바닥에 적재된 가연물인 벽지와 호스 등의 타면서 강한 열이 가해져 발생한 것으로 추정되고, 집진기 전기배선에서는 단락흔 등 특이점이 식별되지 않는 것으로 보아 배선에서의 최초 발화 가능성이 낮다고 사료됨.



〈그림 4〉 청소기 모터코일 소회흔

집진기 내부의 소회된 모터 확인결과 좌측 브러쉬의 정류자와 접촉되는 부위가 과열 손상되어 모터가 회전하면서 마찰에 의해 과열된 것으로 추정되며 브러쉬와 연결된 코일 일부에서 손상흔이 식별되는 것으로 보아 브러쉬 지점에서 과열된 것으로 추정됨.



〈그림 5〉 브러쉬 및 홀더 소회흔

집진기 모터에 전원을 연결하는 브러쉬의 우측 지점에서는 정상이지만 좌측 지점 끝부분 일부에서 강한 손상이 식별되며, 집진기 배선에서는 단락흔 등 특이점을 식별되지 않았으며, 브러쉬와 접촉 모터 코일에 스파크흔이 식별되고 주변 다른 화원이 인지 되지 않는 것으로 보아 집진기의 장시간 사용에 의한 과열의 원인 또는 접촉불량에 의한 원인으로 최초 발화한 것으로 추정되나 정류자의 손상이 심하여 명확한 판단이 불가함.

2.3 진공청소기 정류자 모터 실험

진공청소기를 가동 시 공기 흡입 유무(필터에 이물질이 쌓이거나 비정상적인 작동으로 인하여 흡입구가 막혔을 경우)에 따른 내부 정류자 모터의 전류 및 온도를 확인하여 일상 환경에서의 발화가능성 시험을 진행하였다.

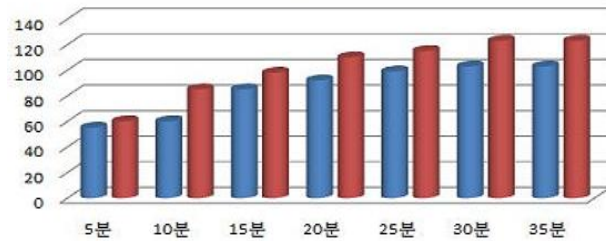
▷ 실험개요 및 조건

- 가. 일시 : 2015.03.31. 14:00~18:00
- 나. 장소 : 동의과학대학교 실험실
- 다. 자연조건 : 맑음, 온도 19도, 습도 45%, 실내실험
- 라. 관찰내용 : 공기비흡입 가동시 먼지, 수분에 따른 발화시험
- 마. 주요 실험기기 및 실험소재
 - 실험기기 : 적외선 온도계, 전류계
 - 실험소재 : 업소용 진공청소기, 가정용 진공청소기
 - 안전장구 : 소화기, 감식복, 안전화, 안전모, 장갑

진공청소기 공기비흡입 가동시 먼지, 수분에 따른 전류량 및 온도변화를 확인하는 실험을 실시하였다

진공청소기를 35분 공기 비흡입 가동시에 먼지, 수분을 흡입유무에 따라 비교하였을 때 먼지, 수분을 흡입하였을 때 온도가 보다 많이 상승하는 것을 확인하였고 35분 지났을 때 모터 내에서 정류자와 코일지점에서 연기와 스파크가 발생하면서 정지하는 것을 확인하였다

먼지, 수분 흡입에 따른 온도 차이



〈그림 6〉 먼지, 수분 흡입에 따른 온도변화



2.4 방지대책

- 진공청소기는 3600[rpm]의 고속회전을 하기 때문에 30분 이상 장시간 사용할 경우 과열의 원인이 되므로 일정시간 사용 후에는 쉬었다 다시 사용할 것.
- 진공청소기의 흡입구가 이물질로 막힐 경우 모터에 과부하가 걸리기 때문에 단시간에도 과열의 위험이 발생할 수 있으므로 흡입구가 막히지 않도록 할 것.
- 지동 진공 청소기는 사용하지 않더라도 센서의 고장이나 이상 센싱에 의해 가동이 될 수 있으므로 사용하지 않은 경우에는 전원으로 부터 완전하게 분리시켜 놓을 것.
- 필터에 먼지가 많이 찰 경우에도 과부하의 원인이 되므로 적기에 필터를 교체할 것.
- 고속 집진기는 브러쉬를 통하여 정류자 편에 전기를 공급하면서 브러쉬와 정류장편 사이에는 사용 시 항상 스파크가 발생하므로 유증기나 가연물이 접촉된 상태로 가동하지 않을 것.

3. 결 론

실험을 통해 공기가 비흡식이 되었을 경우에도 먼지 및 수분을 흡입하였을 때 35분 경과시에 연기와 스파크가 발생하는 것을 알 수 있었다. 따라서 진공청소기의 흡입구가 막혔을 상태와 먼지·수분이 모터 내 있을 경우에는 정전기 및 과부하로 인해 화재 발화 가능성이 높다는 것을 재연 입증되었다.

실험을 통하여 진공청소기는 3600RPM의 고속회전으로 30분 이상 장시간 사용할 경우에는 과열의 원인이 되므로 일정시간 사용 후에는 작동 정지 후 사용하여야 한다

진공청소기의 흡입구가 이물질로 막힐 경우 모터에 과부하가 걸리기 때문에 흡입구가 막히지 않도록 해야 할 것이며 모터가 수분에 취약하므로 수분이 흡입되지 않도록 해야 하며, 필터에도 먼지 많이 쌓일 경우에도 과부하의 원인이 되므로 적기에 필터를 교체하여야 한다.

앞으로 중앙 집진식 청소기가 신축 고급아파트에 수요요구로 인해 설치 가구가 확대 되면 업소용, 가정용 진공청소기와 달리 항상 전원을 켜놓고 사용하는 시스템이므로 이러한 사례의 화재발생 가능성을 입주민들에게 홍보하여 화재예방을 하여야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 백동현, “가전기기의 화재위험 : 주위를 더욱 깨끗하게 하는, 전기청소기 화재위험”, 제품안전. 통권 제207호, pp.32-37, 2011.3.
- [2] 다이슨, “<http://www.kr.dyson.com/vacuums.aspx>”, 2015.
- [3] 청소기정보모음, “<http://www.infoall.kr>”, 2015.
- [4] 청소기발화사례, “<http://www.clien.net>”, 2011.
- [5] 위기탈출멤버원, “www.kbs2.co.kr 청소기발화사례”, 2015.04.