

발화원(發火源)의 감정(V)

- 가전제품의 발화와 감정(2) -

김윤희 | 국립과학수사연구소 물리분석과장

(지난호에 이어서)



4. 냉장고

가. 기본회로

냉장고는 용도나 유형, 용량 등에 따라 종류가 다양하나 기본회로는 냉매를 회전시키는 컴프레서가 있고 결빙을 제거하는 히터회로가 내장되어 있다. 컴프레서는 내부에 모터가 내장되어 있으며, 냉매가 압축되는 과정에서 발열이 일어나게 되고 히터자체는 발열하게되어 있어 설정온도로 제어하게 된다.

나. 발화위험성

컴프레서는 과열방지용 온도스위치가 내장되어 있고 몸체자체가 금속으로 되어있어 자체가 과열되어도 직접 발화하지는 않는다. 히터는 2종이 있는데 에바퍼레이터(evaporator, 냉동실 내에 설치된 열교환기)에 설치된 L코드와 이의 작동으로 녹아 내린 물을 증발시키는 플레이트타입 히터가 있다. 이들은 대부분 불연성재질 속에 내장되어 있고 온도스위치로 컨트롤되기 때문에 과열 등에 의한 발화 예는 발견되지 않는다. 냉장고에서의 발화는 대부분 스위치 단자간의 불완전 접촉, 내부 코드의 열손상에 의한 단락, 내부 배선기구에서의 트래킹이 주된 원인이다.

목 차

- | | |
|---------|--------------|
| 1. 머리말 | 8. 전자레인지 |
| 2. 전자제품 | 9. 선풍기 |
| 3. TV | 10. 팬히터 |
| 4. 냉장고 | 11. 냉온풍기 |
| 5. 에어컨 | 12. 가스레인지 |
| 6. 세탁기 | 13. 부르스터 |
| 7. 전기밥솥 | 14. 심야 전기보일러 |

다. 감식의 요령

냉장고는 대부분 설치하는 위치가 벽에 접하거나 모서리에 접하여 설치하게 되며, 발화요인이 있는 부분이 대부분 뒷부분에 위치하게 된다. 따라서 냉장고에서 발화·연소되는 경우 벽체나 모서리에 명확한 'V' 패턴의 연소형태를 남기게 된다. 또한 주 발화개소가 이면의 컴프레서 부분이 되어 벽체와 냉장고 몸체사이에서 착화·발화하게 되므로 몸체에 화염흔이 남는다. 냉장고가 놓여있던 바닥부분이 장판이나 마루 등 가연성인 경우 국부적인 연소형태를 나타낸다.

(1) 외관 형태의 검사

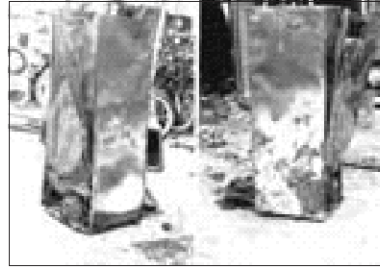
냉장고는 대부분 몸체가 도장된 철재 케이스로 되어있고 가연성 단열재가 사용되어 비교적 심하게 연소된다. 자체에서 발화되는 경우 외부 철판에 화염흔이 분명하게 나타나며, 외부화염에 의해 연소되는 경우 전면 상단부에서 하단으로 연소된 형태를 나타낸다.

(2) 전원코드의 단락흔 확인

통상 냉장고의 전원용 콘센트는 단구로 벽의 상단에 설치되어 일반 콘센트 전원선보다 먼저 화염에 노출되기도 한다. 따라서 연소확대에 의해 자체에서 발화되지 않았어도 전원코드에 단락흔이 형성되기도 한다. 전원입력부인 컴프레서 부분에서 발화되는 경우 대부분 인접한 전원선에 단락흔이 형성된다.

(3) 전원퓨즈의 확인

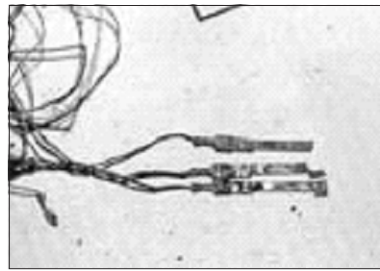
냉장고의 전원퓨즈는 입력트랜스 부분에 인접하여 설치되거나 퓨즈홀더를 이용하여 코드상에 설치된다. 전원코드가 상단에 위치한 경우 퓨즈가 과전



(사진 11)



(사진 12)



(사진 13)

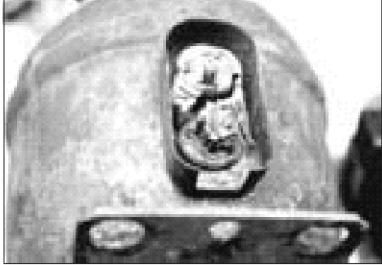
(사진 11) 전원입력부에서 발화 연소된 형태
(사진 12) 발화된 냉장고가 있던 바닥부분 형태
(사진 13) 냉장고제상 타이머스위치 점접 발화흔

류에 의해 용단되기 전에 전원코드에서 단락이 일어나 전원이 차단되어 자체에서 발화된 경우에도 퓨즈는 용단되지 않은 경우도 있다. 이는 냉장고 구조상 발화된 화염이 급격히 상단으로 확대될 수 있기 때문이다.

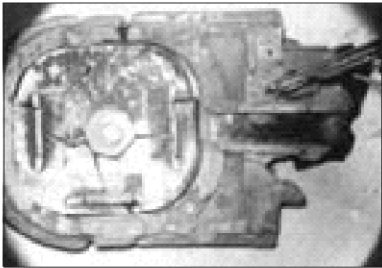
(4) 내부배선의 단락흔 확인

냉장고의 경우 내부에서 발화하는 경우 대부분 발화개소 부근의 배선에서 단락흔이 형성된다.

(5) 불완전 접촉개소 및 배선기구 확인



(사진 14)



(사진 15)

(사진 14) 컴프레서 부분의 트래킹 발화 형태
(사진 15) 컴프레서 입력단자 분해 형태

냉장고 발화원인의 대부분이 불완전 접촉이나 배선기구에서의 트래킹이 원인이므로 타이머 스위치, 컴프레서의 전원입력단자(컴프레서 과열보호장치가 내장되어 있다.)를 확인한다. 배선기구에서의 트래킹은 대부분 먼지와 습기 등 이물질 삽입이 원인이 되어 일어난다. 이들에게서 발화되는 경우 절연체가 회화되어 있고 스위치단자가 용융된다.

(6) 전원코드의 절연손상에 의한 발화
냉장고의 발화원인 중 내부 배선기구에서의 접점

불완전접촉 다음으로 많은 경우가 전원코드에서의 단락 발화이다. 이는 벽에 밀착시켜 설치한 다음 전원코드를 벽의 틈새에 밀어 넣게 되면 전원코드가 컴프레서의 고온부에 접촉되어 피복이 열손상을 입는 경우, 바닥과 냉장고 발통 부분에 끼어 압축손상을 입는 경우, 벽에 밀착되어 설치되므로 과도한 꺾임이 발생하는 경우가 있다. 이러한 경우 일반 배선에서 발생하는 것과 마찬가지로 단락부분이 부식되고 검게 오염되며 내부 소선에서의 변형흔적이 남게 된다.

(7) 확대경로와 원인

냉장고에서 출화되면 자체 도장된 페인트나 내부 단열재에 착화되고 쉽게 벽을 타고 확대된다. 또한 냉장고 상단에 대부분 가연물이 적재되는 경우가 있어 쉽게 화재로 발전한다. 냉장고에서의 발화는 전원코드의 설치상 문제이나 사용중 피복손상으로 발화되는 경우와 배선기구에서의 습기유입 등에 의한 트래킹이 문제가 되어 일어나므로 원인의 판정은 구체적이어야 한다.

5. 에어컨

에어컨은 냉장고와 같은 기능으로 컴프레서 부분과 열교환기 부분이 분리되어 있다. 즉 실내기는 열교환기와 효율적 열교환을 위한 모터가 내장되어 있으며, 실외기는 압축기와 냉각용 팬이 결합된 구조로 되어있다.

가. 발화위험

에어컨에서의 발화는 실내기에서 내장된 모터의 과열, 모터 인접부분의 내부코드 마찰손상에 의한 단락, 냉기분출로 응축수가 발생되기 때문에 발생하

는 단자부분에서의 트래킹, 컨트롤패널에서의 단자간 트래킹이 주된 원인이며, 실외기인 경우 냉각팬의 진동에 의한 연결배선의 피복손상 단락출화와 컴프레서 부분에서의 배선기구 단자간 트래킹이 원인으로 발화된다.

나. 감식요점

(1) 실내기 전원코드의 단락흔 확인

실내기는 설치된 위치가 높기 때문에 다른 원인에 의하여 발화·연소되어도 심하게 연소·소락되며, 전원이 연결된 경우 전원코드에서 단락흔이 형성되게 된다. 전원코드에서 단락흔이 형성되어 있어도 그 자체만으로 에어컨에서 발화되었다고 단정할 수는 없으며, 단락흔의 정밀한 검토를 통해 판단할 필요가 있다. 대부분 부품잔해의 확인이나 수거가 불가능한 경우가 많으며, 구체적 원인의 확인이 불가능한 경우가 많다.

(2) 실내기 팬모터의 확인

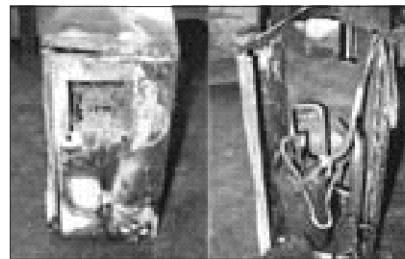
모터의 발화여부는 남아있는 잔해중 권선에서의 단락으로 확인할 수 있다. 권선에 단락흔이 있다함은 과열의 결정적 증거가 된다.

그러나 모터의 과열로 이미 고장난 상태인 경우 이러한 권선에서의 단락흔이 나타나므로 잔해만으로 발화여부를 판단하는 것은 지양해야 한다.

모터의 과열로 발화하는 경우 축수부분에 터닝컬러가 형성되며, 몸체 자체가 일부만 연소된 상태로 발견되기도 한다. 초기 모터과열이 주변 코드의 절연피복을 손상시켜 단락으로 출화되며, 일부분이 연소될 때 하중으로 낙하하여 바닥에 떨어져 소화되면 일부만 연소된 상태로 발견된다. 이때는 현장의 설치위치인 벽체에 나타난 연소흔으로 판단하여야 한다.



[사진 16] 에어컨 실내기 연소형태



[사진 17] 에어컨 실외기 연소형태

(3) 실외기의 검사

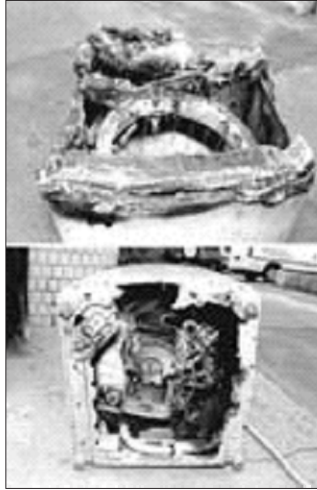
대부분 옥외에 설치되는 실외기는 내부의 열교환핀이 알루미늄으로 되어 있어 국부적으로 심하게 연소되어 내부 동파이프가 일부 녹는 경우도 있다. 이는 충분한 공기공급과 알루미늄의 연소로 형성된 것이다. 주변에 가연물이 적재된 경우 컴프레서 부분에 있는 배선기구 부분에서 트래킹에 의해 발화되기도 하지만 주변에 가연물이 없는 경우 자체에 이상이 있다하더라도 화재로 확대되지는 않는다.

6. 세탁기

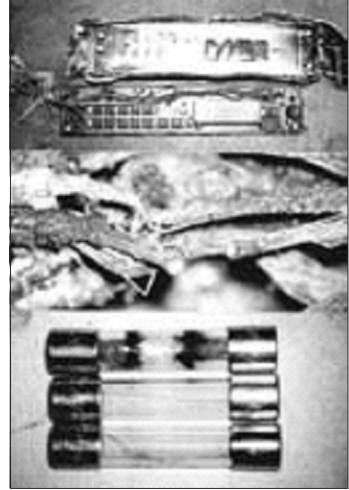
세탁기는 모터에 의하여 전기에너지를 동력으로



[사진 18] 연소된 세탁기 외관



[사진 19] 연소된 세탁기의 내부



바깥 드럼을 회전시키는 기구로서, 급수 및 배수를 전자밸브로 조절한다. 따라서 전자부품은 모터와 급배수장치인 전자밸브(마그네트)가 전부이며, 이들을 조절하는 패널로 되어있다. 최근의 세탁기에는 히터가 내장되어 있어 건조까지 하는 세탁기가 시판되고 있다.

가. 발화위험

세탁기에서의 발화는 모터의 과열, 수분침투에 의한 마그네트 단자부분에서의 트래킹, 벨트나 클러치 부분에서의 마찰열에 의한 발열로 주변 전선의 피복손상 단락출화, 컨트롤 패널에서의 단자간 트래킹, 스위치 접점에서의 불완전접촉 발열 등이 주 원인이며, 히터가 내장된 경우 온도스위치의 고장으로 인한 과열 등이 있을 수 있다.

나. 감식요점

세탁기는 습기가 있는 곳, 화장실, 세탁실, 베란다 등에 설치되며, 그 주변에는 가연물이 거의 존재하

지 않으므로 발화된 경우 자체만 연소되는 경우가 대부분이다. 또한 내부에 젖은 빨래가 들어있기 때문에 자체가 착화 연소되어도 큰 화염이 발생하지 않는다. 어느 곳에서 발화되어도 불씨는 내부 통과 몸체사이를 통해 확대되므로 잔해는 내부 바닥으로 소략된다. 패널부분에서 발화된 경우 패널의 드럼통 부분이 먼저 소략하게 되며, 모터나 전자밸브부분에서 발화되는 경우 드럼통에 국부적인 연소흔적이 남긴다. 벨트부분에서의 마찰열로 발화·연소되는 경우가 있는데 이때는 폴리나 브레이크부분에서 터닝컬러가 나타난다. 마찰열이 직접 착화시키는 것이 아니라, 마찰열에 의해 배선의 절연피복이 손상되어 단락이 일어나 착화하는 것이다. 따라서 내부 배선에서 단락흔이 식별되면 단락부분의 절연피복 손상 원인을 찾아 입증하여야 한다. 자체가 심한 진동을 수반하며, 진동에 의한 코드손상이 올 수 있고, 이때의 형태는 내부소선이 엉크러짐을 발견할 수 있다. (㉞)

(다음호에 계속)