

전 기 화 재(Ⅲ)

-전기기기의 출화요인과 감식-

元 鍾 洙*

우리의 일상생활을 보다 편리하게 하여주는 전기기기가 급속히 보급함에 따라 이러한 기기의 수요는 날로 증대하고 있다. 한편 이러한 기기에 의한 전기화재도 기기의 구조와 경년열화, 공사, 작업이나 취급등 각종 요인에 의해서 발생하고 있다. 여기에서는 우리가 접하게 되는 여러 전기기계기구중 조명기구에서 백열전구, 가정용 전기기기중 전기다리미, 배선재료중 전선과 개폐기, 그리고 주거생활이나 사무실등에서 쓰이는 기기중 냉난방기기를 대상으로 하여 출화요인과 감식요령에 대해 알아보기로 한다.

1. 전구

1.1 종류

전구는 알콘등의 가스가 봉입된 유리구에 필라멘트를 넣은 것으로 필라멘트에는 단일 코일형, 2중 코일형의 두가지가 있으며, 일반 조명용으로는 5W 정도에서 100W의 것이 사용되고 있다. 특수 전구로서는 의료용 적외선 전구(250W~500W)라든지 각종 사진 촬영용 전구(250W~500W) 등이 있다.

1.2 출화의 위험성

- (1)가연물과의 접촉, 점등상태의 전구에 가연물이 접촉한 경우
- (2)파손 점등상태의 전구가 떨어지거나 넘어지게 되는 과정에서 타물건과 접촉하며 파손, 발화되는 경우.
- (3)사용부적절, 조명이 아닌 난방용등과 같은 본래의 사용목적 이외의 용도에 사용한 경우
- (4)방사발화, 가연물이 점등상태의 전구에 접근하고 있었기 때문에 방사열에 의해 과열되는 경우.
- (5)화원의 낙하, 점등상태의 전구가 낙하해서 가연물에 착화, 또는 파손으로 인화성 물질 등에 인화하는 경우
- (6)스파크 인화, 점등상태의 전구가 낙하 등으로 파열, 또는 구급부에서 스파크가 나서 인화성 물질이나 인화성 가스에 인화한 경우

1.3 알전구의 표면온도

알전구의 표면온도는 전구의 와트수와 설치상태에 따라 차이가 있다. 그림1은 가스봉입, 2중

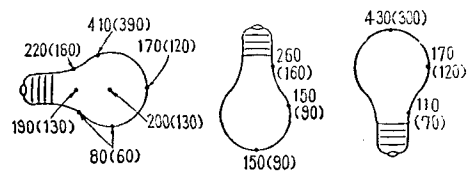


그림1. 백열전등의 점등상태와 표면온도 ()내는 60W

* 부회장 · 서울대 전기공학과 교수

코일 100V, 200W 및 100V, 60W 백열전구의 점등방향에 따른 표면온도를 보인 것이다.

1.4 백열전등 통전상태에 있었는지의 감식

(1) 필라멘트 상태에 의한 경우, 백열전구의 유리가 점등중에 파손된 경우와 소등중에 파손된 경우와는 필라멘트에 이질(異質)적인 현상이 생긴다. 그 이질 현상에 따라 출화당시 백열등이 점등하고 있었는지를 판정하여 통전상태에 있었음을 입증할 수 있는 경우가 있다.

백열등은 점등시 고온에서 필라멘트가 증발하는 것을 방지하기 위해서 진공으로 한 것과 가스를 봉입한 것이 있다. 그러므로 백열등의 유리가 점등 중에 파손하면 필라멘트는 공기 중의 산소 때문에 연소하므로 전부 또는 일부가 소실되거나(특히 내부도입선과의 접속 개소에서 소실되기 쉽다), 내부도입선과의 접속개소에서 용단하여 나머지가 앵커에 용착된 상태로 된다. 조사한 전구의 필라멘트에 이와같은 현상이 있는 경우에는 출화당시 그 전구는 점등하고 있었던 것으로 보아도 좋다. 다만 필라멘트는 0.02~0.5mm 정도의 가는 텅스텐선을 단선코일 또는 2중 코일로 만들어 사용한 것이기 때문에 점등 중이 아닐 지라도 유리가 파손되면 어떤 장애물에 의해서 필라멘트가 손상받는 경우가 있다. 필라멘트의 손상이 점등중 산소로 인한 소실인지 또는 소등중 물리적인 외력에 의한 것인지를 판정은 곤란하지만 기계적 원인으로 인한 단선인 경우는 앵커 부분에서 절단되어, 내부도입선과의 접속부분이 남아있다. 그러나 이때 앵커부분과 용착하는 일은 없다. 또한 손상된 부분을 확대경으로 보면 손상부분에서 녹은 상태를 볼 수 있는데 비해 기계적인 단선인 경우에는 녹은 흔적을 볼 수 없는 것이 특징이다.

(2) 표면 유리의 파손에 기인하는 경우: 백열등의 표면 유리는 점등 중에는 고온이기 때문에 이에 가연물이 접촉하고 있으면 가연물의 연소로 생기는 열 때문에 온도는 더욱 올라가게 되고, 유리구 속의 가스압력(상온에서 3/4기압, 점등시 1기압)이 올라가게 되고, 유리구 표면의 장력(張力)이 약해진다. 따라서 낙지의 흡판처럼

부풀어, 그곳에 구멍이 생기어서 내부가스가 분출한다. 그러므로 화재현장에서 전구의 유리 파편에 구멍이 뚫려있는 것이 발견된 경우라면 그 전구는 화재 당시 점등하고 있었으며, 또한 유리 표면에 가연물이 접촉하고 있었기 때문에 출화한 것으로 볼 수 있다.

위에서 언급한 바와 같이 전구의 필라멘트의 상태에 따라 통전여부를 입증할 수 있으며, 유리구에 구멍이 뚫린 파편의 조사를 통해 가연물·접촉으로 인한 출화인 것까지 입증이 된다. 이 경우 키 소켓의 스위치가 온 상태였든가 오프 상태였든가가 문제 되지 않는 것은 위 두 경우로부터 스위치가 온 상태였음이 입증 되기 때문이다.

2. 전기다리미

전기다리미에는 보통식다리미, 자동식다리미, 스팀식다리미 등이 있지만 각각에 대한 구조 설명은 생략한다.

2.1 출화 위험성

- (1) 방치 통전상태로 방치한 경우
- (2) 사용부적절 본래의 사용목적 이외의 용도로 사용하여, 통전상태에서 방치한 경우
- (3) 단락 코오드 연결단자의 나사풀림, 또는 이탈, 및 코오드 피복의 노화 등으로 단락이 된 경우
- (4) 스파크 인화 인화성 물질 또는 가연성 가스가 체류하고 있는 장소에서 스위치를 오프하거나 기구 접속부의 불량때문에 스파크가 발생한 경우
- (5) 가연물의 낙하, 통전상태에 있는 전기다리미에 가연물이 떨어졌는데 이를 방치한 경우

2.2 전기다리미에 의한 가연물 연소실험

250W 전기다리미를 재단판(裁斷板), 방석위에 놓고 통전하였을대 일어나는 연소현상을 외국 문헌에서 인용하여 소개하면 다음과 같다.

(1) 재단판상에서의 실험 전기다리미를 재단판의 이음매 위에 그림2와 같이 올려 놓았을때 연소 상황은 다음과 같다.

- (가) 15분에서 흰 연기가 조금난다.
- (나) 30분에서 누는 냄새가 조금난다.
- (다) 50분에서 연기량이 적어지고 누는 냄새도 줄어든다.
- (라) 100분에서 판의 이음매는 뒷면까지 탄화(炭化)하고, 뒷면에서 연기가 조금난다.
- (마) 140분에서 이음매는 뒷면까지 구멍이 뚫리고 착화하기 시작한다.
- (바) 170분에서 바람이 조금 있으면 발염(發炎)한다.

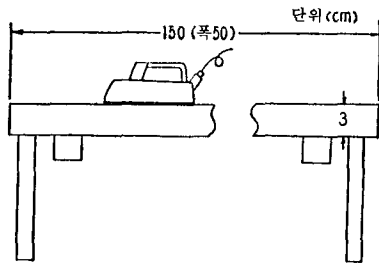


그림2. 재단판에서의 실험

(2)방석 위에서의 실험 그림3과 같이 종이상자 위에 방석을 놓고 그 위에 전기다리미를 올려놓았을때 일어나는 연소상황은 다음과 같다.

통전후 10분이 되면 방석천이 검게 변색하고 심한 냄새가 난다. 30분이면 뒷면까지 타게되고 밑에 있는 종이상자에 착화해서, 출화(발염)에 가까운 상태가 된다.

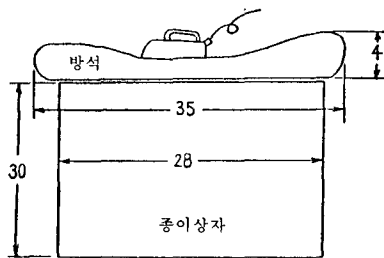


그림3. 방석 위에서의 실험(단위 cm)

(3)작업대 위에 담요를 깔고 담요 위에서 실험.

그림4와 같이 작업대 위에 담요 두장을 깔고, 그 위에 놓인 750W 전기다리미에 통전하였을때 일어나는 현상은 다음과 같다.

보통은 전기다리미를 나무판자(木板) 위에 방치하면 다리미가 놓였던 직하부분의 판이 최고 온도가 되며, 이 부분에서 가장 먼저 착화한다. 통풍상태가 좋지 못해서 발염이 심하게 늦는 경우에는 다리미가 놓인 부분의 판이 타서 다리미는 판 밑으로 떨어지는 것이 보통이다. 그러나 그림4와 같이 나무판 위를 담요와 같은 가연성 섬유로 덮어 놓았다면 다리미가 놓여진 섬유부분에서 먼저 착화하여, 연소는 평면적으로 급속히 진행된다. 그리고 나무판부분에서의 착화는 가장 착화하기 쉬운 장소에서 일어나게되며 다리미가 놓인 직하부분에서 일어난다고 할 수 없다.

그림4의 실험에 의하면 다리미가 놓여진 나무판부분은 다리미 형상으로 남아있으나 다리미에서 떨어진 부분에서는 나무가 소실되었다한다. 이것은 담요의 평면적인 연소과정에서 판 이음매에서 먼저 착화해서 이를 중심으로 나무판 부분의 연소가 시작되었기 때문으로 보고있다.

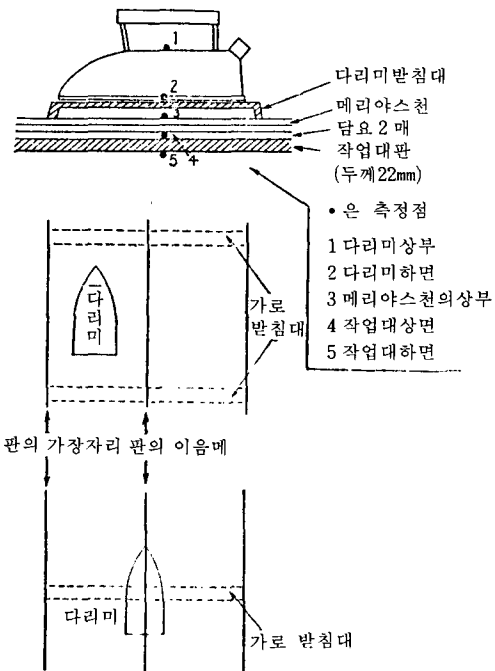


그림4. 다리미의 연소 시험장치와 다리미가 놓인 위치 예

2.3 감식요령

(1)다리미 자체에 나타나는 특징 자동온도 조절기가 없는 전기다리미를 통전상태에서 방치하면 베이스(밑판)및 케이스의 변색에 특징이 생긴다. 즉 장시간 통전으로 과열한 경우에는 흔히 가지색이라고 부르는 보라색을 나타낸다. 화재로 인해서 열을 받아 변색이 된 경우에는 전체적으로 약간 검게 변색하는 경우가 많으므로 베이스의 변색을 통해 통전상태에서 방치한 것인지를 판정할 수 있다. 또한 운모판은 광택이 없어지며, 투명성을 상실해서 백색을 띠게되고 재질도 취약해진다. 다만 주의하여야할 점은 화재가 나기 이전의 사용과정에서 방치한 일이 있었던 기구이면 위에서 언급한 현상이 생기므로 출화하기 전의 사용경력을 물어서 사용과정에서 방치한 일은 없었음을 규명해 놓을 필요가 있다.

(2)소실된 상황에서의 특징:나무판 또는 돗자리등의 위에 통전상태인 전기다리미를 방치하면, 다리미가 놓인 부분에는 탄 흔적이 생긴다. 이것은 나무판 또는 돗자리 표면이 서서히 탄화하여, 판과 판 또는 돗자리와 돗자리의 이음매에 다리미를 방치한 경우가 아니면 거의 직선적으로 하방으로 타 들어가서 판 또는 돗자리를 태워버린 시점에서 발염하는 성질이 강하기 때문이다. 그러므로 발염하기까지는 오랜시간(250W 다리미에서 2시간 이상)이 소요되기 때문에 다리미를 놓았던 부분이 심하게 타게 된다. 다리미를 판이나 돗자리등의 이음매에 방치한 경우일지라도 그 부분에서의 탄화는 타부분에 비해서 강하게 나타나지만 비교적 발염이 빠르고, 이음매에 따라 연소는 확대해간다. 탄화심도의 정도는 발염의 지연에 따라 차이가 생기므로 다리미가 방치된 환경조건을 잘 조사해서 소손 부분의 특징을 파악하는 것이 중요하다.

다리미로부터의 출화위험은 기구에 달린 코오드의 단락, 스파크에 의한 인화를 제외하면 어느 것이나 통전상태로 방치하였기 때문에 생기는 것이므로 그 원인을 규명코자할 때는 위에서 언급한 것처럼 다리미 자체의 과열현상에 비추어, 마루판, 돗자리 등의 소손흔적이라든지 마루바닥의 받침대등의 소실흔적 등으로부터 판정한다.

3. 전선

전선에는 절연전선, 케이블, 코오드등이 있으며, 이 중 절연선은 고무 절연전선, 비닐전선으로 나누어진다.

3.1 전선연소의 원인

고무절연 전선이 타는 원인으로 생각될 수 있는 것은 다음 네가지이다.

- (1)과전류에 의한 경우
- (2)단락에 의한 경우
- (3)국부과열에 의한 경우
- (4)금속관으로 누전한 경우

(1)의 경우는 전선의 허용전류 이상의 전류가 흘렀기 때문에 줄열에 의해서 심선이 과열하여 그 때문에 절연피복이 탄다. (2)의 경우는 단락에 의한 스파크로 인해서 피복이 착화하는 경우이고 만약 단락에 의해서 회로가 자동적으로 차단되지 않으면 과전류때문에 피복이 타기 시작하는 수가 있으나 보통은 회로에 삽입된 보안장치가 작동하므로 스파크로 착화하는 수가 많다. (3)의 경우는 전선간의 접속부에서의 접촉 저항 때문에 그 부분이 특히 과열해서 착화하는 경우이다. (4)는 전선의 피복이 파손된 부분이 접지된 파이프와 접촉한 경우 그곳에서 발생한 스파크에 의해서 착화하는 경우이다. 경우에 따라서는 전선피복이 두선모두 파손되어, 파이프를 통해 단락하는 경우도 있으나 이때는 (2)의 단락으로 보는 것이 타당하다.

그러나 옥내에 시설한 전기배선인 경우는 약간 성질이 달라진다. 예를들면 천정 속에 시설한 전선에 전류를 증가시켜보면 나중에는 타게되지만 옥내배선은 전기설비 기술기준에 의거하여 공사하게되므로 부하에 합당한 굵기의 전선을 사용하게되며, 회로에는 배선용 차단기라든지 나이프 스위치등을 시설해서, 과전류 차단기를 설치하므로 규정치이상의 전류가 흐르면 회로는 차단된다. 그러나 퓨우즈대신에 철선이나 동선을 사용하였다면 과대한 전류가 흐를때 보호하지 못하므로 전선이 타게된다.

3.2 과대 전류에 의한 전선의 연소

전선의 연소는 온도 상승으로 인하여 자연적으로 발열하는 경우, 발열은 하지않으나 연소하는 경우, 불씨를 가까이하면 발열하는 세 경우로 나눌 수 있다. 이를 편의상 각각 발화, 착화, 인화로 부른다.

전선이 가지고 있는 허용전류치를 약간 초과하는 전류가 흐르는 경우 전선의 온도는 올라가지만 피복에는 거의 변화가 없다가 더욱 큰 전류가 흐르게 되면 절연피복이 파괴되어서 결국에는 연소하게 된다. 이 연소의 경과는 인화, 착화, 발화, 순시용단의 4단계로 대별할 수 있다.

(1)인화단계 전선에 허용전류 2배 정도의 전류를 흘리면 전선 표면의 면사편조(綿糸編組)에 함침된 컴파운드가 녹아 약간의 흰 연기가 난다. 이 상태가 잠시 계속되면 얼마안가서 평형상태에 도달하여, 전선은 표면 컴파운드가 감소하여 면사편조는 더욱 뚜렷하게 보인다.

이 상태에서는 불씨를 가까이해도 인화하지 않는다. 전류를 더욱 증가해서 3배 정도로 하면 내부의 고무피복이 녹아 면사편조의 틈새로 새어나고 불씨를 가까이하면 인화한다. 이 단계를 인화단계라 한다.

(2)착화단계 인화단계보다도 전류를 더욱 증가시키면 심하게 고무를 분출하여 액체상태의 고무가 흘러 떨어진다. 이 상태가 조금 지나면 피복전체에 착화하여, 피복이 탈락하고 적열상태의 심선이 노출해서 외기에 닿아 암적색(暗赤色)으로 변한다. 이 단계를 착화단계라 한다.

(3)발화단계 발화단계보다 더욱 큰 전류를 흘리면 심선이 용단하기 전에 피복이 발화한다. 이 단계를 발화단계라 한다.

(4)순시용단 단계 대전류를 순간적으로 흘리면 심선이 용단하여, 피복을 뚫고 구리가 비산한다. 이 경우에는 구리가 분출한 개소를 제외하면 외관상으로 하등의 변화를 볼 수 없으며, 착화나 발화는 일어나지 않는다. 그러면 어느 정도의 전류에서 이와같은 현상이 일어나는지 문헌을 통해 소개해보면 표1과 같다.

전류는 mm²당의 밀도이므로 1.6mm 고무절연선에 예로 든다면 그 면적은 대략 2mm²에 해당하므로,

표 1. 용단단계 현상

	인화단계	착화 단계		발화 단계		순시용단 단계
		최소용단 전류치	발화후 용단에 발화	발화후 용단에 발화	용단과동	
전류 밀도	40~43A	43~60A	45A	60~70A	75~120A	120A 이상

표에 제시한 숫자의 2배 전류에서 각 단계의 현상이 일어난다.

3.3 과대전류에 의해서 옥내배선의 연소 가능성

3.2에서 언급한 것은 전선과의 관계에 지나지 않으며, 옥내배선이 과대전류 때문에 연소할 가능성의 유무와는 직접적인 관계가 없다. 물론 3.2에서 제시한 발화단계의 전류가 옥내선에 흐르면 전선은 연소하지만 문제는 이와같은 대전류가 옥내선에 과연 흐르는 일이 있을 것인가하는 점이다.

이 문제에 대해 먼저 생각할 일은 이러한 과대전류가 흐르는 일이 있다면 그것은 과부하가 아니고 옥내선의 단락으로 인한 단락전류를 떠나서 생각할 수 없기 때문이다.

다음에 생각하여야할 것은 옥내배선에는 과전류차단기가 시설되어 있으므로 적정 퓨즈가 삽입되어 있을때 과대전류가 흐르면 인화단계에 이르기 전에 회로를 차단하기 때문이다. 따라서 과대 전류가 흐를 수 있다면 퓨즈대신에 동선이나 철선이 들어 있는 상태를 생각할 수 밖에 없다. 퓨즈 대응의 동선이나 철선은 어느정도의 크기의 전류에서 용단할 것인가를 알 필요가 있으며 또한 옥내선의 단락전류치가 어느 정도가 될 것인가에 대해서는 단락점에서 본 회로의 임피던스, 전원 트랜스의 용량, 인입선의 길이 등을 종합적으로 검토하여야할 문제이므로 여기서는 생략한다.

3.4 국부과열에 의한 경우

전선접속 또는 전선과 기구단자와의 접속이 불완전하면 그 부분에서 접촉저항때문에 국부적으로 발열되기 때문에 전선이 타게되는 것이 국부과열로 인한 화재이다. 이 경우도 스파크에 의한 경우처럼 어느 정도의 전류에서 화재가 발생

할 수 있을 것인가에 대해 현재로서는 알려져 있지 않다. 다만 경험상으로 10A 이상인 경우에는 발생하기 쉬우나, 접촉저항이 광범위하게 변화하면 스파크를 수반하는 수가 있으므로 적은 전류에서는 절대로 화재가 나지 않는다고 단언하기는 어렵다.

3.5 출화 위험성

출화의 위험성이 있는 경우는 다음과 같다.

- (1)과전류 허용전류 이상의 전류가 흐른 경우
- (2)단락 피복이 손상되어 (+) (-)선이 단락(합선)한 경우

4. 나이프 스위치, 브레이커

4.1 종류

(1)나이프 스위치:베이스가 도기(陶器)로 되어 있으며, 2극 또는 3극의 날, 퓨즈고정부, 합성수지로 된 커버로 구성되어 있다.

(2)브레이커:수용가의 전력량계와 분기개폐기의 중간에 설치되며, 전류용량에 따라 20A, 30A 등 여러가지가 있다. 규정이상의 전류가 흐르면 여자코일이 여자되어 있다. 철판을 잡아당기어서 접점이 열리는 구조로 되어 있다. 형식으로는 바이메탈형(쌍금속형), 전자형, 열동전자형 등이 있다.

4.2 출화 위험형

- (1)접촉부의 과열, 단자 또는 전선 접속부의 나사 풀림, 퓨즈 고정 불량으로 과열한 경우
- (2)스파크, 트립 접촉편의 동작시 스파크 발생으로 절연파괴가 일어난 경우.

4.3 감식요령

브레이커는 그 구조상 과전류를 차단하기때문에 접점 개방시 상당한 아크가 발생한다. 이 때문에 접점(고정접점, 가동접점)의 접촉면이 거칠어져서 접촉불량이 생긴다. 또한 전선 접속부의 단자 피스가 풀려서 접촉불량이 생긴다. 이 경우 모두 접촉저항의 증가 때문에 과열하여 주위 절연재를 태움으로 카바의 변색과 절연재의 소손부에서 특이한 상태가 나타난다.

즉 접점의 접촉불량에 의해 과열한 경우에는 (1)접촉불량 근처에 심한 변색, 탄 흔적이 생기며

(2)소호실벽에는 접점측에서의 탄 흔적이 강하게 나타나며

(3)고정접점, 가동접점의 접촉면이 거칠어지고, 심한 변색을 나타낸다. 또한 녹은 흔적이 보인다. 전선 접속단자의 경우에는

(1)접속 단자 부분에 심한 변색과 탄 흔적이 나타나며

(2)나사 풀림이 있고

(3)나사의 변색이 균일하지 않으며, 전선측일수록 변색이 심하고, 단자판에는 녹은 흔적이 보인다.

5. 냉난방기

냉난방기는 종류가 많을 뿐아니라 그 구조도 다양하므로 여기서는 어느 특정 냉난방기에 대해서 논하지 않고 일반적인 경우에 대해서 출화 위험성과 감식 요령에 대해서 다루기로 한다. 따라서 본문의 내용중 어느 부분은 메이커의 제품에 따라서는 해당하지 않는 부분이 있을 것임을 양해하기 바란다.

5.1 출화 위험성

냉난방기에서의 출화의 위험성을 대별하면 오결선, 조작상의 착오, 배선의 손상, 고장, 보수관리의 불량 등이 있다. 이러한 원인을 분류해보면 다음과 같다.

(1)오결선

(가)히터 회로와 송풍기 회로가 인터록되어 있지 않았기 때문에 난방용 스위치를 넣었을때 팬이 돌지 않아서 과열

(나)히터 회로와의 조합과정에서 결선을 잘못된 관계로 주 개폐기를 오프하였으나 냉난방 절환 스위치가 “난방”으로 되어서 과열.

(다)공사 미스로 열동계전기의 동작에 정지되었기 때문에 팬과 안전회로가 작동치 못해서 과열

(2)조작 착오

(가)히터 회로의 스위치를 넣었으나 팬 회로의

스위치는 넣지 않았기 때문에 과열.

(나)팬 회로의 스위치는 열었으나 히타회로는 열지 않았기 때문에 과열

(3)배선의 손상

(가)도어의 개폐과정에서 내부 배선을 손상하였기 때문에 누전

(나)배선이 히터에 접근 또는 접촉하였기 때문에 과열.

(다)배선이 프레임에 접촉하고 있었기 때문에 진동으로 피복이 손상되어 누전

(라)공사상의 미스로 배선 피복이 손상을 받아 누전

(마)단말 처리의 불량으로 누전

(4)고장

(가)송풍기용 모터의 벨트 풀림 또는 절단으로, 슬립 때문에 팬이 돌지 않아 과열.

(나)과열 방지기의 기능 불량으로 과열

(다)스위치 및 단자류의 가네하라-이와사키 현상(金原一岩崎現象)

(라)진상용 콘덴서의 절연 열화에 의한 단락

(마)모타의 절연열화로 인한 단락

(5)보수 관리의 불량

에어 필터에 먼지가 쌓여, 공기 유통을 저해하였기 때문에 과열

등을 들 수 있다.

5.2 감식 요령

냉난방기에서의 출화 위험을 집약하면 과열과 배선의 단락 및 지락(누전도 포함)이다. 그 원인에 대한 규명 요령은 다음과 같다.

(1)과열 원인의 구명:냉난방기의 과열은 고장의 경우를 제외한다면 히터만이 통전상태이고, 팬은 돌지 않았던 경우와 히터에 가연물이 접촉 또는 접근한 두 경우를 생각할 수 있다. 이러한 원인을 규명하려면 먼저 회로 결선도와 구조도를 입수해서 구조와 기능, 그리고 조작요령을 도면을 통해 잘 파악하고 나서 히터의 고정위치와 단열재와의 관계, 스위치류의 작동상황, 배선의 결선상태를 회로도 와 대조하여 이상(異常)운전의 사실이 있었는지, 단열재나 배선이 히터와 접근하여 있었는지 등을 명백히 하여야 한다.

구조, 기능 및 조작요령을 도면상에서 명백히 파악하고 나서 실물을 점검하는 일은 냉난방기에서 뿐 아니라 모든 전기기계에서 공통되는 사항이다. 그 기능도 파악하기 전에 탄 부분의 검토에 착수하는 것은 원인 구명을 곤란하게 할 뿐 아니라 귀중한 증거물건을 손상하거나 보지 못해서 원인을 더욱 알 수 없게 하는 수가 있다.

조작상의 착오인가 또는 공사상의 미스였는가를 구명하려면 소손된 스위치류가 실제로 어느 위치에 있었던가 그 상태를 식별하여서 그 결과가 기능면에서 어떠한 운전 상태로 되는가를 검토하여 히터만이 통전상태이고 팬은 돌지 않았던 상태인지를 구명한다. 또한 공사상의 미스로 인한 결선 착오인지를 가리려면 결선상태를 조사하여 원래의 회로도 와 대조해 보면 결선착오인지를 구명할 수 있다.

어떠한 경우에도 전자개폐기류는 소손되면 원인이 열리게 되므로 운전상태에서 머물러 있지는 않다. 따라서 조작 스위치의 정지 위치가 원인 구명상의 유일한 단서가 되므로 함부로 손대지 말고 사진을 촬영해서 그 위치를 명백히 해 둘 필요가 있다.

특히 냉난방기는 히터를 사용자의 요망에 따라 현장에서 기기와 조합하는 수가 있다. 따라서 히터 조립시에 단열재나 배선을 히터와 과다하게 접근시켰기 때문에 출화하는 수가 있다. 이 경우는 히터 조립공사를 완료한 후 단시일에 출화하는 수가 많으므로 원인구명 과정에서는 공사방법과 공사시기에 대해 관계자로부터 구술서를 받는 것도 중요하다.

5.3 배선의 단락 또는 지락원인 구명

배선에서의 단락 또는 지락은 배선공사를 할 때 배선에 대한 고정방법이라든지 고정위치가 부적절하였기 때문에 생긴다. 즉 고정방법이 불량인 경우는 새들로 배선을 고정하는 과정에서 조임과다 또는 조임부족으로 장기간에 걸린 단속 진동으로 피복이 마모해서 손상되는 경우이다. 고정위치의 불량은 프레임의 모서리와 접촉되어 있거나 히터와의 접근이 과다한 경우이다. 어느 경우일지라도 히터, 진동 또는 케이스의 조

임나사등 때문에 배선피복이 손상하기 쉬운 장소에서 단락이나 지락이 생기어 그때 아크로 가연물이 착화하거나 프레임을 통해 누전하게 된다.

이러한 경우의 감식요령은 심선을 떨어지게 하거나 또는 손실되지 않도록 주의해서 탄화물을 잘 제거하고 배선을 복원한다. 그리고나서 1차 용흔을 발견해서 그 용흔이 어느 위치에서 어느 배선에 발생하였는지를 구명해서 결선도상에 용흔이 발생한 위치를 기입한다.

그리고나서 1차 용흔의 발생 원인과 단락 또는 지락으로 어떠한 결과를 초래할 것인가를 검토한다. 화재사례에 의하면 지락으로 전자개폐기가 작동해서 히터회로가 통전상태로 되어 과열로 출화한 경우도 있다고 한다. 이러한 것은 용흔의 발생개소와 배선 도와를 대조해 보면 어떠한 상태가 되는지를 판정할 수 있다.

5.4 고장원인

(1)팬 벨트와 이완, 절단및 슬립 이 경우는 팬이 돌지 않았거나 회전수가 떨어지며 히터는 과열하여 출화한다. 이 경우는 결과적으로 팬 벨트가 소실되어 판정이 어렵다. 벨트가 타지 않고 남아 있는 경우이면 벨트의 상태와 손으로 돌려봐서 판정할 수 있다.

(2)과열방지기의 기능 불량 과열방지기는 바이메탈에 의한 바이메탈 점점으로 회로를 온, 오프시키는 경우와 전자 개폐기의 여자회로의 온, 오프를 통해 회로를 온, 오프하는 두 방법이 있다. 어느 경우일지라도 고장 발생은 바이메탈 자체에서 발생하고 있다. 따라서 분해하여 더모스타트를 작동 불능으로 만든 가능성을 검토해서 그 원인을 판정한다.

(3)스위치류 및 단자부의 가네하라-이와사기 현상:이에대한 원인 규명은 탄화물 중에 그라파이트화한 것이 있었는지를 조사해 보아야한다. 특히 관계자로 부터의 구술서 중에 「스위치를 오프하였어도 모터의 회전음을 들을 수 있었다」라든지 「팬이 정지하지 않았다」 또는 「조작원의 조작행위에 위배되는 사실이 있었다」 등이 있으면 이 현상에 의한 출화 가능성을 생각해 볼 수 있다. 이와같은 경우이면 각 스위치, 계전기, 단자부분의 절연물에 대한 도통시험을 통해 판정할 필요가 있다.

(4)진상용 콘덴서및 모터의 절연열화: 본항에 대해서는 콘덴서나 전동기의 점검요령에 따라 판정하여야하며 여기서는 지면관계로 생략한다.

5.5 보수관리 불량으로 인한 과열

배선의 손상 및 고장도 보수관리의 불량에 의한 것이지만 여기서는 유인(誘因) 및 직접원인과 함께 보수관리 불량에 따른 출화원인에 관해 검토해본다.

가장 가능성이 큰 출화원인은 에어 필터에 먼지가 부착하여서 공기 유통이 잘 되지 않아 과열하는 경우이다. 이것은 특히 먼지 발생이 많은 장소에서 사용되고 있는 경우라든지 설치후 오래동안 청소를 한 일이 없는 기계에서 많다. 따라서 감식요령도 설치 장소의 환경조건, 점검 청소의 유무와 그 시기, 출화전의 열효율의 양부등을 정취하고 나서 필터의 손상상태, 먼지의 부착상태, 탄화물의 부착정도(먼지가 다량으로 부착되어 있었던 경우에는 탄화물의 부착도 많아 필터의 공기구를 막고있다) 등으로 부터 판정한다.