

# 육안에 의한 환풍기 식별방법에 관한 연구

Identifying a ventilation fan with flesh eyes

서울지방경찰청 **최 승 복**  
삼성화재 **이 기 품**

## 1. 개요

근래에 들어 화재를 범죄의 목적 수단으로 이용하여 완전 범죄를 피하거나 재산상의 이득을 취하려는 이른바 목적성 화재가 빈발하고 있는 실정이므로 정확한 화재원인을 규명, 그 원인에 따라 책임소재를 명확히 하여 화재 예방 및 공공의 위험으로부터 사회 법익을 보호하는데 화재수사의 목적이 있다.

본 연구는 화재현장에서 쉽게 접할 수 있고 또 해석하기 곤란한 환풍기를 '화재의 원인이 된 것', 그리고 '외열에 의해 용융 변형 된 것' 이 어떠한 차이가 있는가에 대하여 연구 관찰하여 환풍기 주변에서 발화하였을 경우 이를 입증 할 수 있는 자료로 활용하기 위함이다.

### 1. Introduction

In these days, there is increasing number of purposeful fires for perfect crime or to take financial advantage of it. Therefore, the goal of an investigation of fire is to keep The Benefit And Protection of The Law of the society from social risks and to help to prevent fires by examining the cause of fire closely and identifying liability for its cause

The study is focused on identifying a extractor fan that can be easily found at the scene of fire but hard to tell if it is 'the cause of fire' or 'just melted by outer heat'. It would definitely help to prove the cause of fire when it originated from the place near the fan.

일반적으로 환풍기에서 출화하였을 경우 모터 내부의 권선 간 합선(층간단락),회전자의 열적손상, 전기배선의 단락흔 등으로 출화여부를 판단한다.

하지만 환풍기가 부착되어 있는 벽면 또는 근거리에서 화재가 발생하였을 경우 환풍기를 통해 화염이 출화 된다면 상대적으로 화염이 집중되는 개구부에 주염흔이 형성되어 환풍기에 의한 화재로 오판할 수 있다.

본 연구는 환풍기를 작동하여 놓고 그 환풍기를 통하여 화염이 외부로 유출되도록 하고 그 형태를 식별하고 결과를 도출하였다.

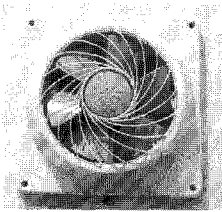
## 2. 환풍기 화재의 원인 및 예방

환풍기는 모터에 의해 날개를 강제로 회전시킴으로써 실내 공기를 외부로 내보내는 역할을 하는 장치로 전기를 사용함으로 세심한 주의를 요하나, 우리 일상생활에서 사용하는 환풍기는 한번 설치하면 수명이 다할 때까지 풀 가동을 하는 경우가 대부분이다. 환풍기 날개가 이물질 등에 의해 구속되어 회전하지 않더라도 그다지 대수롭지 않게 여기거나 스위치를 켜놓은 상태로 방치해두는 경우가 많다. 이러한 경우에 환풍기 스스로는 회전하기 위하여 많은 전류를 필요로 하게 되고 결국 과부하나 내부 권선의 이상 발열로 인하여 절연 파괴나, 합선으로 이어져 출화하게 되는 경우와 자체 진동에 의해 외함 또는 설치부의 조형물에 전기배선이 닿아 피복이 손상되어 합선 화재로 발전한다. 이러한 화재 원인을 제거하기 위하여 장기적인 운전을 피하고 이물질이 많은 곳에서 사용할 경우는 이물질 제거와 정기적인 점검을 하고 오래된 환풍기는

새것으로 교체하여 사용하여야 한다.

### 3. 실험재료

실험에는 50KW 발전기 1대와, 교류220V 전용 신일환풍기 4개, 멀티콘센트2개를 사용하고 연소실은 난연성 석고보드 합판(8mm)에 목재 합판(10mm)을 겹쳐 90cm x 60cm으로 제작하여 후면에 환풍기 날개부위가 연소실 내부로 들어갈수 있게 구멍을 뚫어 제작하고 환풍기 배선은 직접 화염이 닿지 않게 하였고, 실험도중 단락전류로 인한 발전기 고장 방지를 위하여 50A전자식 차단기1개, 30A배선용 차단기1개, 30A 누전전용차단기1개를 이용하여 키트를 만들었다.



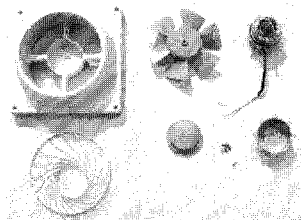
신일환풍기:모델:SIV-208G 60HZ,  
220V 배기전용, 단상모터  
· 절연종류:E종, 정격:28W,  
제조사:(주)골든테크  
풍기배기:10[m<sup>3</sup>/min]

<사진 1> 실험에 쓰인 환풍기



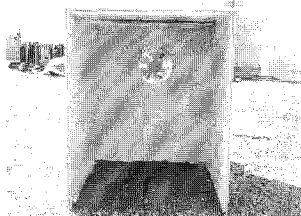
계원:권선 내부 온도 145℃,  
과전류 2A 이상 일때 전류 차단

<사진 2> 모터 내부의 온도휴즈



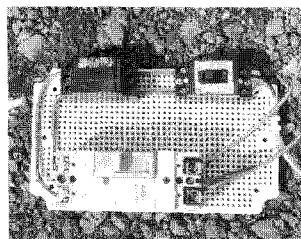
환풍기 날개 및 모터는 이연성 프라스틱 외함에 삽입되어 있으며 날개를 보호하는 덮개, 모터 등 간단한 구조와 모터 외함에 접지를 연결하여 환풍기 외함에 연결되어 있다.

<사진 3> 환풍기 분해



[연소실]  
· 60cm x 90cm  
· 축진계:경유  
· 가연물:목재 및 합성 섬유  
· 소화:물 및 분말소화기를 사용

<사진 4> 연소실

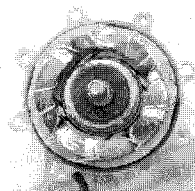


[차단기]  
단락전류 발생으로 인한 발전기 보호 및 안전을 위해  
· 50A 전자식 차단기 1개,  
· 30A 배선용 차단기 1개,  
· 30A 누전차단기 1개를 이용 차단기 세트를 만들

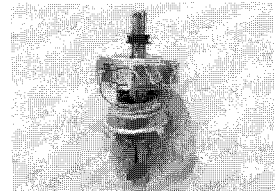
<사진 5> 차단기 세트

### 4. 실험방법

50[KW]발전기 1대로 교류전압 220V를 이용 확장용 멀티 콘센트로 50A 전자식 차단기를 거쳐 누전차단기, 배선용 차단기, 연소실 순으로 배선을 결선한후 환풍기 배선에 연결하고 환풍기 배선은 화염에 직접 닿지 않도록 고정된 후 연소실내 화염이 환풍기를 통하여 외부로 배출될 수 있도록 설치한 후 환풍기 운용 상태 및 모터 멈춤 시간 연결 배선의 단락시간을 체크하였으며 배선에서 단락이 발생할 때 차단기는 정상 작동하였는지 검토하였다.



모터를 분해하니 권선에 제작 당시 공구에 의한 눌림 현상이 식별되었다.

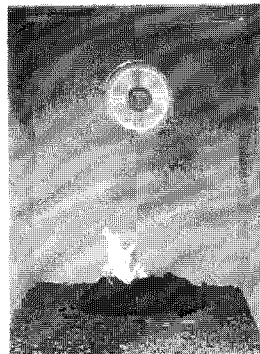


회전자 또한 정교한 주물 보다는 표면이 거칠어 고속 회전시 편향의 가능성이 있다.

<사진 6> 모터 내부

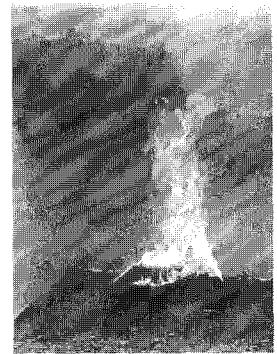
### 5. 연소 실험

#### 1) 실험 A



<2분 경과>

<사진7-1> 연소 실험

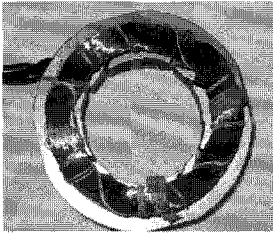


<3분 경과>

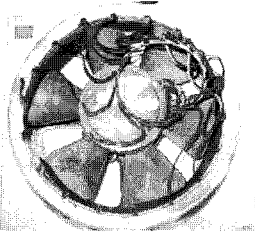
<사진7-2> 연소 실험

- 연소 시작3분이 경과되자 환풍기 날개 보호망이 응용되어 외함에 육착되어 날개의 회전을 정지시킴.
- 5분 경과 연소실내 불을 끄고 연소된 환풍기 잔해를 검사하였다.

## 2) 실험A 분해 검사



〈사진7-3〉 환풍기 외함 용융형태



〈사진7-4〉 모터 내부 권선

- 환풍기 날개에 다량의 그을름이 묻어 있고 날개보호용 망이 외함에 용착되어 날개를 정지시켰다.
- 모터와 연결된 배선 및 내부 권선에서는 단락흔 등 식별되지 않았다.
- 온도 휴즈는 검사결과 통전이 확인되었다.

## 3) 실험 B

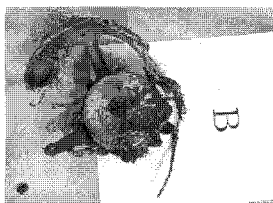


〈2분 경과〉  
〈사진 8-1〉 연소 실험

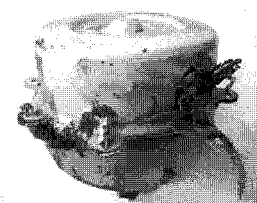


〈4분 경과〉  
〈사진 8-2〉 연소 실험

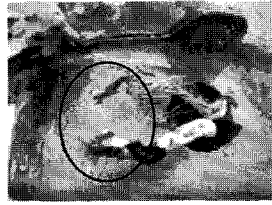
## 4) 실험B 분해 검사



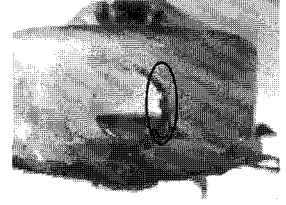
〈사진 8-3〉 환풍기 외함 용융형태



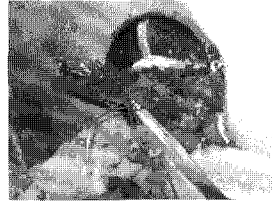
〈사진 8-4〉 모터 외함



〈사진 8-5〉 단락 위치



〈사진 8-6〉 외함 용융형태



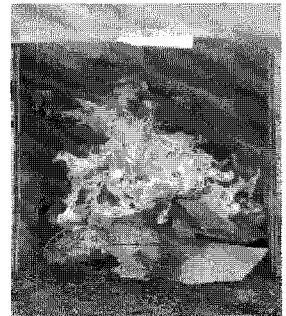
· B실험에서는 모터외함이 환풍기 외함과 분리되었으며 모터와 연결된 입력단에서 단락흔이 발생하여 외함의 배선구 부위에 용융흔을 형성시켰다.

〈사진 8-7〉 단락흔 근접촬영

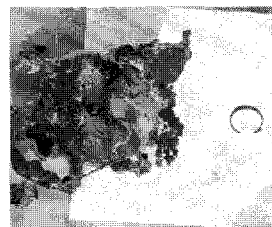
## 5) 실험 C



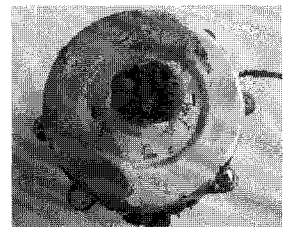
2분 경과  
〈사진 9〉 연소 실험



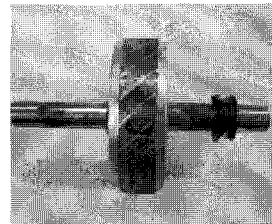
4분 경과  
〈사진 9-1〉 연소 실험



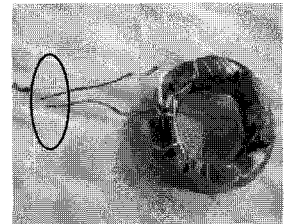
〈사진 9-3〉 환풍기 외함연소형태



〈사진 9-4〉 환풍기 외함연소형태



회전자 형태  
〈사진 9-5〉 환풍기 외함연소형태

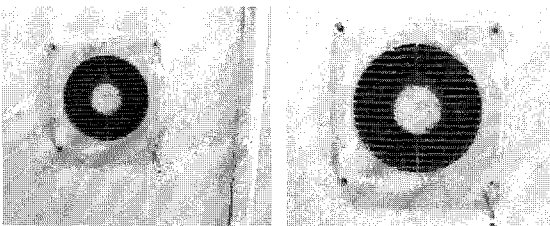


권선 형태 및 단락흔 위치  
〈사진 9-6〉 환풍기 외함연소형태

- C 실험에서는 연소실에 불을 피운 후 2분에 날개가 용융 융착되어 회전을 중지 하면서 모터의 구동이 중지되었고 3 분후에 날개가 완전히 소실되면서 다시 모터가 기동되었다.
- 5분에 내부 모터의 외함에 프라스틱 잔해가 묻어 불이 붙은 상태로 낙하 하였고 5분30초에 연결배선이 단락되었다.

### 6. 고찰 및 비교

- 연소 실험 시 연소실의 최고 내부 온도는 열화상 카메라 표시상 최고 830℃였다.
- 화염이 환풍기를 통하여 약2분 가량 배출 될 때 환풍기 날개는 화염에 의해 환풍기 외함에 용융 융착되었고 이때 모터의 구동은 구속되었다가 3분 후 날개가 화염에 의해 완전 전소에 이르면 다시 모터는 정상 구동 되었다가 약 5분 후 모터 외함이 몸체에서 분리되어 약 30초 후 연결배선이 단락되면서 모터가 정지하였다.
- 실험한 3개의 환풍기 분해 검사에서 내부 권선 및 회전자, 온도 퓨즈에는 특이사항이 식별되지 않았으며 모터 외함과 접촉되는 연결(30/0.18mm/2) 배선에서 단락흔이 식별되었다.
- 환풍기와 연결된 차단기는 3개의 실험 공허 차단 되지않아 단락 발생후 3분 후에 인위적으로 OFF시켰다.
- 환풍기는 대체적으로 벽체 상단이나 천장에 설치하며 이러한 구조의 건물의 경우 벽체 및 바닥에서 화재 발생시 환풍기 외 다른 전기 시설이나 가전제품 등이 전무한 상태라면 화염이나 열기가 환풍기가 설치되어 있는 벽체 및 천장을 통해 밖으로 배출될때 이러한 개소에 설치된 환풍기 및 주변 벽체에 손상을 입혀, 본 실험에서와 같이 모터를 감싸고 있는 외함과 연결된 배선에 단락흔이 형성 된다면 화재 진화후 현장에 유류되어 있는 환풍기 잔해 입력단에 단락흔이 식별되고 또한 그 환풍기가 설치되었던 부위가 발화부로 오인될 수 있기 때문에 환풍기에 의한 화재로 판단할 가능성이 있다.

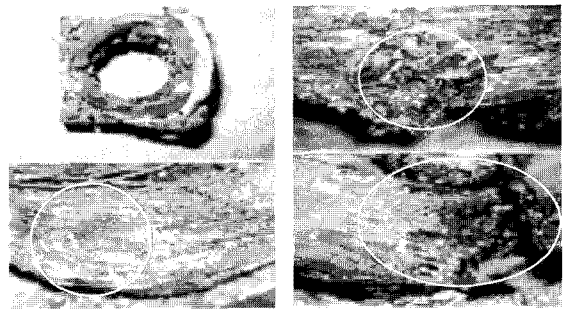


환풍기 내부 날개에 기름찌꺼기 및 오물이 다량 부착되어 있다.

(사진 10) 식당 천장에 달려 있는 환풍기

위와 같이 우리 주변에서 쉽게 접할수 있는 환풍기의 설치 및 관리의 한 예를 보면 처음 설치후 관리가 전혀 되지 않고 있으며 환풍기의 교체 시기는 고장나고 정지되어서야 비로서 교체하거나 수리하게 된다.

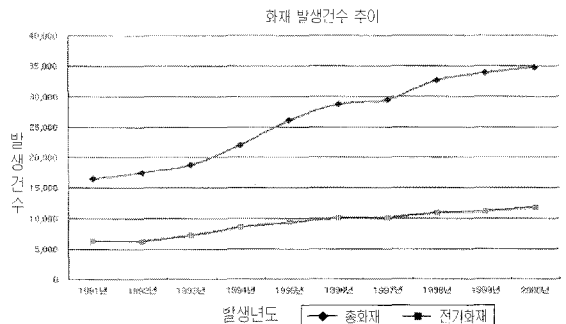
환풍기가 정지 되었다란 의미는 내부 모터의 어떠한 원인에 의해 화재 바로 앞 단계에 처해 있다고 봐야 할 것이다.



(사진 11) 환풍기 권선에 나타난 층간 단락흔

사진 11과 같이 환풍기에서 화재가 발생한 경우 모터 내부의 기동권선에 층간 단락이 형성되는 것이 대부분이다.

### 7. 10년간 전기 화재 발생 현황



연도	총화재	전기화재	점유율(%)	인명피해(명) 사망/부상	재산피해 (백만원)
1991	16,478	6,160	37.4	95/244	19,006
1992	17,458	6,160	36.8	90/250	22,809
1993	18,747	7,153	38.2	93/218	20,135
1994	22,043	8,619	39.1	121/258	31,395
1995	26,071	9,307	35.7	78/298	39,209
1996	28,665	10,007	34.9	105/327	51,321
1997	29,472	10,075	34.2	75/273	52,628
1998	32,856	10,897	33.4	88/362	57,647
1999	11,204	11,204	33.1	59/301	54,673
2000	34,844	11,796	33.9	73/389	58,985

<자료: 행정자치부, 화재통계연보>

1991년부터 2000년 까지의 전기화재의 발생은 1991년에 비 교하여 2000년에는 약 1.9배가 증가한 11796건으로 나타났다.

전기화재의 점유율도 37.4%에서 33.9%로 3.5%감소하는 등 최근에는 전기화재 예방을 위한 다각도의 노력으로 총 화 재에 대한 전기화재의 점유율이 감소하는 추세이다.

## 8. 결론

1. 환풍기가 있는 부위에서 화재가 발생하였을 경우 환풍기 의 전기 시설이 없는 경우라면 먼저 화재에 노출되는 환풍 기의 모터를 감싸고 있는 외함배선구의 배선부위에 합선흔 이 생겼다.
2. 환풍기 연결 배선의 단락전류로는 차단기가 작동하지 않 았다.
3. 가옥내 유염화재의 경우 5분 정도의 짧은 시간에 모터 권 선을 단락시킬 만한 과부하 및 전류를 만들기는 어렵다.
4. 환풍기 모터 외함 부위에 나타난 전기적인 단락흔으로 환 풍기에서 출화한 것으로 단정하는 것은 바람직하지 않다.

### • Conclusion

- If a fire breaks out around a fan and there is no electrical facility around except the fan, the cord near to the cord-hole on the side of the fan's outer box is short-circuited first by the fire.
- The shorted electric current of the cord to a fan can not switch the breaker.
- At the flamy fire of a house, it is not possible to make enough electric current or electrical overload to short-circuit stator coil in the motor in five minutes.
- It would not right to judge the cause of fire by the electric short trace on the case of a fan motor.

### ■ 참고 문헌

- 김진수, 이택출 “건축전기설비” 기문당, 2000.
- 김두현 외 8명 “전기안전공학 신광문화사 2003.