



## 전기화재의 발화원인과 감정요령 ⑥

글/김 만 건 [No. 9963]

**해**정자치부 소방국이 매년 화재건수를 조사, 분석한 통계에 따르면 '97년 한해동안 발생한 화재중 전기화재는 약 34.2%의 점유율을 차지해 여전히 1위를 고수하고 있다. 이는 미국, 일본보다 높은 수치이며 노후 전기설비 등 개선대책 마련이 시급하고, 미확인 화재는 전기화재로 집계하는 문제 등을 내포하고 있다.

이번호에는 최종분으로 지난호에 이어 끝까지 게재합니다.

### 2.3 발화장소 및 발화부위 결정

복합건물의 점포 또는 밀집된 가옥, 아파트가 연소했을 때 최초 발화한 점포나 아파트 세대를 발화장소 또는 발화층이라 표현한다. 또한 발화부위라함은 발화의 가정이 되는 발화부를 포함하는 공간을 의미하며, 연소의 진행 흔적은 대부분 평면적으로 남지만(예외 : 철골 콘크리트 구조물) 화재 당시 건물 내의 가연물과 불 자체는 공간의 일부를 차지해 존재한 것이므로 항상 입체적(가로, 세로, 높이)으로 생각하여야 한다.

목재, 금속 등의 불에 타서 못쓰게 되는 물건이 받았던 불꽃과 열의 방향은 연소의 강·약으로 식별한다.

#### 2.3.1 연소의 진행 방향으로부터 결정

연소의 방향성 결정은 연소의 면적과 형태 등의 상황을 입체적으로 맞추어 발화장소와 발화부위를 극한하여 간다.

##### 가. 연소의 방향성

- (1) 연소방법에 대한 식별은 주변 연소상황과 비교에 의하며
- (2) 연소의 강한부분과 약한부분을 비교하여 열을 받은 방향과 화염의 흔적 등의 형태로 연소의 방향을 결정한다.
- (3) 범위를 일정부분에 한정할 때는 각각의 방향성을 입체적으로 보고 관찰한다.

나. 브이패턴(V Pattern : 역삼각형(▽)연소)

### 목 차

#### 제1장 전기화재의 발화원인과 감정요령

- 1.1 개요
- 1.2 전기화재의 분류
- 1.3 전기화재의 발화원
- 1.4 발화원의 종류와 감정요령

#### 제2장 전기화재 조사요령

- 2.1 전기화재 조사요령
- 2.2 화재감정의 기법
- 2.3 발화장소 및 발화부위 결정
- 2.4 현장 발굴
- 2.5 복원
- 2.6 발화원의 입증



불길이 발화점으로부터 위로 그리고 밖으로 즉, 역삼각형 형태로 타오르므로 생기는 현상을 말하며 화재의 피해형태가 V자를 그리게 된다. 이와 같은 경우의 발화점은 보통 V자의 가장 아래 부분에서 시작되었음을 쉽게 식별할 수 있다.

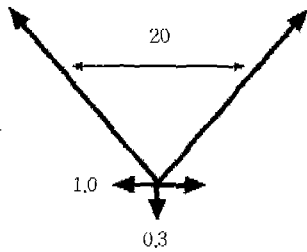
다. 수직의 방향성

수직의 방향성에는 상승연소와 하강연소가 있으며, 연소되어 올라가는 화염(불꽃)과 연소가스의 확산이 매우 빠른 V패턴의 연소확대 현상을 많이 볼 수 있다.

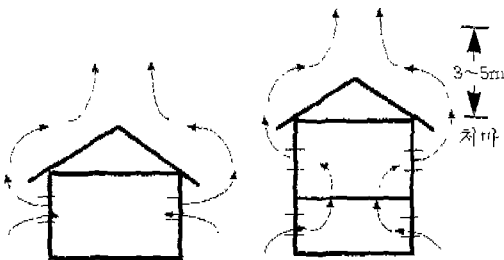
각 방향으로의 연소가 확대되는 속도비는 수평방향보다 수직 상방향의 속도가 20배 이상 급속하게 이루어지며 이는 대류현상에 의해 발생된다.

보통 구석진 곳은 완전히 연소되지 않으나 인화성 액체류는 가장 낮고 구석진 곳으로 흘러서 깊고 구석진 곳까지도 연소시키는 경우가 있다.

이밖에도 금속, 유리, 플라스틱 등의 용융흔을 비교하거나 탄화심도, 박리흔, 주연흔, 주염흔 등을 관찰하여 연소의 수직방향성을 식별한다.



<그림 1> 각 방향의 연소 속도비



<그림 2> 출입문, 창 등의 개구부가 열려 있을 때의 대류현상

라. 수평의 방향성

수평방향의 연속속도는 비교적 느리고 연소에 너지가 적기 때문에 연소의 강·약의 차이가 남기 쉽고 따라서 방향을 식별하기가 용이하다.

- (1) 목재 등이 연소하였을 때 탄화심도를 측정·비교하여 연소의 방향성을 알 수 있다.
- (2) 주연흔, 주염흔과 금속류의 용융상태, 가연물의 연소잔존상태, 유리의 파손상태, 건물의 도괴상황 등으로부터 연소의 방향을 알 수 있다.
- (3) 불에 타서 떨어져 쌓인 물건 등의 소락형태(燒落刑態), 위치, 순서 등의 흔적을 통해 알 수 있다.

마. 연소 속도비(그림 1, 2)

각 방향으로의 연소 속도비는 수평방향을 1로 했을 때 상방향 20, 하방향 0.3 정도이다.

바. 건물화재시 화염의 방향

창이나 출입구가 처음부터 열려 있으면 공기는 개구부의 아래쪽을 통해서 유입하여 상부에서 배출되거나 혹은 1층 창문으로부터 들어와 2층 창문으로 빠져나가게 되면서 연소가 계속된다. 또한, 개구부가 닫혀 있을 경우 내부의 화염에 의한 열기가 상당히 강하고 왕성하게 됐을 때 불길이 창문틀을 태워 뜯거나 또는 벽, 지붕 등의 약한 곳을 뚫고 번져나간다. 이후 화염이 건물의 상부에 이르면 연소는 급속히 확산된다.

화재가 가장 왕성한 최성기에 상승기류 현상의 특징으로는 무풍시에는 건물에서 곧바로 오르고, 그 형상은 건물 지붕 위에서 좁혀서 상공으로 향하게 된다. 좁혀지는 위치는 처마 높이에서 약 3~5[m]이며 좁혀진 부분의 면적은 건물전체에서 화염이 오르고 있을 때에는 처마 아래층 건물 면적의 약 1/2이며, 바람이 있을 때는 풍측 또는 풍하로 처지게 된다.

2.3.2 발화부위의 식별

연로경로는 확실하게 화재의 진행에 수반되는 연기와 불꽃의 확대방향을 나타내는 것이다. 불

꽃과 연소가스는 환경조건에 따라서 수직방향과 수평방향으로 변화되어 나간다. 그리하여 불꽃과 연기가 연소경로에 있는 각종 목재 및 콘크리트 등에 연기와 열에 의한 흔적을 남긴다.

따라서 연소된 경로를 자세하게 밝혀서 거기서 얻은 결론을 귀납적으로 더듬어 가면 궁극적으로는 발화부위에 도달할 수 있다. 즉 건물 구조별로 각 부분의 열을 받는 방향성으로 연소의 경로를 밝혀 건물내 수용물로부터 판단 가능한 연소방향을 고찰한다.

### 2.3.3 화재의 발견 상황으로부터 발화부위 결정

화재현장 조사는 화재관계자의 상황설명을 듣고 예비조사를 토대로 연소의 흔적에 의해 발화장소와 발화부위를 판단하고, 발화부위의 소각물을 제거한 후 발화전 상태로 복원하여, 연소잔존물의 상태를 귀납적으로 추적하며, 발화장소와 발화점을 결정한다.

### 2.3.4 화재의 목격 및 연소확대 경로로부터 발화장소 결정

발화일시는 소방기관이 화재발생을 인정하는 시간을 말하지만 대부분의 화재가 추정에 의해 발화시간을 잡고 있으므로 조사요원은 관리자의 화재발견 상황, 통보시간 및 화재전물의 구조, 가연물의 재질상태, 화기취급 등의 상황을 종합적으로 검토하여 발화시간과 발화장소를 결정한다. 또한 화재초기에 소화기로 진화하다 실패한 경우 최초 진화자 등으로부터 목격상황을 토대로 발화장소와 발화부위를 추정한 후 과학적으로 규명하는 방법도 있다.

## 2.4 현장 발굴

발화장소 또는 그 부근에는 소손물건이 불에 타서 헐어지고, 불탄 흔적이 존재하며, 소손 물건 가운데는 발화원, 연소확대의 매개물이 매장되어 있으므로 발굴작업은 화재발생과 연소요인에 관련된 증거를 찾기 위해 발굴·복원 작업을 하게 된다.

### 2.4.1 관계자 입회 및 진술내용으로 발화장소 추정

가. 소손건물의 관리 또는 소유자, 종업원, 작업 책임자 입회하여  
나. 발화범위와 관계자 진술내용을 근거로  
다. 물건의 배치, 화기사용기구 등의 취급상황을 고려하여 발화장소를 추정할 수 있다.

### 2.4.2 발굴요령

가. 화재발생전의 상황으로 되돌아가 복원하는 것을 기본으로 하고  
나. 복원하는 탄화물을 하나하나 빈틈없이 관찰하면서 발굴한다.  
다. 발화 범위내에 존재하는 소손 물건의 연소 현상을 통하여 발화원, 착화물, 연소확대 요인이 된 가연물, 발화범위 내의 환경 등을 고찰하며  
라. 화재현장에 사망자가 있는 경우

- (1) 소사체 기도의 매연유무, 사체의 흉반 및 사반 유무를 관찰
  - (2) 피난행적, 소사체 위치, 출입문, 유리창, 주위 소손상황 등을 관찰
  - (3) 의상유무, 의류의 연소상태, 석유 등의 냄새 또는 유증(油徵) 여부
- 마. 건물의 주요 구조부(지붕, 기둥, 벽 등)가 붕괴되어 건물의 칸막이가 불명확한 현장에서는 본격적인 발굴에 앞서 건물의 실 배치 상태를 명확하게 한다.

- (1) 윗부분에 어지럽게 쌓여 있는 불에 탄 판자류와 소재가 불명확한 구조재를 제거하고, 기둥, 문턱 및 기초재를 목표로 복원한다.
- (2) 출입구, 창 등의 개구부에는 끝에 표지를 부착하고 제단 등의 위치표시
- (3) 입회인의 설명을 토대로 끈으로 칸막이 표시를 하여 복원

바. 화재발생후의 현장은 발생전의 상황과악이 곤란하므로 관계자의 진술내용, 입회인의 설명 내용 등을 참작한다.

사. 화재현장은 위험한 부분이 많으므로 추락, 날아옴, 미끄러짐 등의 안전에 주의



아. 낙하물 제거

- (1) 지붕이 붕괴되어 구조재가 낙하한 경우에 복원 가능한 구조재를 구분하여 보존한다.
- (2) 낙하할 가능성이 있는 지붕의 기와, 장능판, 천장재의 탄화물 등은 표면 부분을 제거한다.
- (3) 출입구, 창 등의 개구부에서는 자물쇠장치 및 개폐상태 확인(방화의 심증이 가는 경우 특히 주의)
- (4) 가구류 등은 연소방향을 판단할 수 있는 물건이므로 가능한 이동시키지 않는다.
- (5) 기와, 유리, 조명기구 등 높은 위치에 있었던 물건은 화재 초기에 낙하하므로 연소방향과 수열방향을 나타냄
- (6) 플라스틱, 알루미늄, 유리 등이 녹아 흘러내린 방향을 보고 연소 및 수열방향을 판정

자. 발화원, 착화원 및 관계 소손물건의 발굴

- (1) 바닥의 소손물건은 발굴범위의 외곽에서부터 중심부로 이동하면서 발굴
  - (2) 발굴은 가능한 한 간단한 도구를 사용하던가 또는 손으로 실시
  - (3) 국부적으로 깊이 묻힌 전선 등은 위에서 아래로 관찰하고
  - (4) 옥내배선, 전기코드류는 통전상태에서 생긴 단락용흔, 스파크에 의해 발생한 입상의 용융흔이 탄화물에 존재함
  - (5) 용융흔은 전기적인 것인지 화재시 열을 받아 발생한 것인지 구분
  - (6) 복원상 필요하지 않은 물건은 제거
- 차. 잔존물에 부착되어 있는 불필요한 탄화물은 수건이나 물로 세척

2.4.3 발굴시의 관찰기록

가. 사진 촬영

- (1) 소사체 사진(현장에 있던 위치와 사체의 바닥쪽)
- (2) 발화전물의 표층부분 제거 사진
- (3) 발화부위 부근의 사진
- (4) 발화원 및 상황증거 사진
- (5) 환풍장치 및 창문, 출입문과 주변사진

나. 도면 작성

- (1) 소사체 위치와 출입구 관계
- (2) 출화범위 평면도, 입면도, 단면도
- (3) 기계시설 등 주요 시설물의 배치도, 평면도, 입면도
- (4) 배분전반의 개폐기 및 차단기 등 소손된 잔존물로부터 단선결선도 작성

2.5 복원

발화원 주변의 발굴후에는 출화부위(착화물)을 복원하며, 화재로 소실, 붕괴된 건물 및 수용 건물을 가능한 한 화재발생전의 상태로 조립해서 관찰

2.5.1 복원 요령

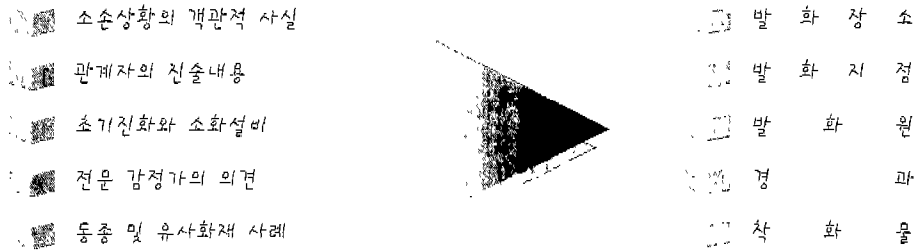
- 가. 건물구조재와 관련된 소손물건은 위치를 명확히 함
- 나. 복원이 불가능한 물건, 실의 배치, 계단 등은 끈, 로프로 등으로 표시한다.
- 다. 출입구의 상황은 개폐, 자물쇠장치의 유무, 문턱 등을 복원
- 라. 복원 물건에 대한 입회인의 설명을 들으면서 작업을 진행
- 마. 위치가 불명확한 것은 복원하지 않는다.
- 바. 출화범위가 2층 이상으로 건물구조재가 소실, 붕괴되어 복원이 불가능한 경우에는 공기등을 이용, 로프로 실의 배치상태를 표시한 후 입회인의 설명에 의해 화재발생전의 상태로 소손된 잔존물을 복원

2.5.2 복원시의 관찰기록

가. 사진촬영

- (1) 복원하기 전의 상태에서 사진 촬영
- (2) 발화전의 상태로 복원한 후 사진 촬영
- (3) 잔존부분과 소실부분 구별
- (4) 연소방향 파악
- (5) 특이한 소손상황 및 용융된 물건은 사진 촬영후 복원
- (6) 발화원과 착화물의 위치 관계

<표 1> 발화원인의 판정



(7) 발화원인의 입증에 필요한 증거물

나. 도면 작성

- (1) 발화원과 관련된 물건의 위치 및 특이한 연소상황
- (2) 출화부위 부근의 상황을 이해할 수 있는 평면도, 입면도
- (3) 화재현장 부근 배치도(건물의 인접거리, 주변건물의 구조 및 층수, 용도 등)

2.6 발화원의 입증

발화원으로 추정되는 물건에 대하여 그 물건, 자체의 출화기구에 대하여 검토하고 연소된 상황과 결부시켜 출화의 가능성을 식별하여 발화원으로 입증한다.

2.6.1 복원된 발화장소의 소손물 중에 발화원이 존재하는 경우

가. 전기 설비

소형옥내 스위치류, 콘센트 및 플러그, 용융혼(배선단락혼), 누전(누전점, 발화점, 접지점), 안전장치(배선용차단기, 누전차단기, 퓨즈 등) 작동상황으로 통전유무를 식별하고, 발열상태로부터 착화물의 연소경로를 검토한다.

나. 기계 장치

급속의 변색상태, 용융상태, 변형파손, 이물질의 혼입, 안전장치 작동상황으로 열을 받은 방향과 화염의 진행경로 및 불꽃을 발생할 수 있

는 가능성에 대하여 검토한다.

다. 화기 시설

불을 사용하는 설비, 기구에 대해서는 구조·기능적 결합, 파손 등을 검토하고 부속설비도 포함시켜 출화에 결부시킬 수 있는 가능성에 대해서 자세히 살핀다.

라. 화학적 원인

물질의 산화, 분해, 중합으로 인한 발열성질, 타물질과의 혼축, 화학변화의 발생요인

2.6.2 복원된 출화장소의 소손물 중에 발화원이 존재하지 않는 경우

가. 미소 화원이라도 용이하게 착화할 가능성이 있는 물건과 탄화물이 존재하는가를 검토

나. 흡연 상황, 연돌, 불티 발생작업(용접작업 등)의 사실이 있었는가를 확인한다.

다. 미소 화원(비화)의 유입 가능성(기후, 바람, 건물 구조 및 배치)

라. 발화원과 착화물과의 관계로부터 시간적으로 타당성이 있는가 검토

2.6.3 발화원인 판정(표 1)

가. 발화원으로 추정되는 물건에 인접한 가연물이 착화되는 경과에 무리한 추론이 없을 것

나. 발화원이 잔존하지 않는 경우에는 소손상태, 발견상황, 발화장소의 환경조건을 종합적으로 고찰하여 발화원인에 과학적인 타당성이 있을 것

다. 과거의 동종 및 유사화재 사례와 경험에 비

추어 보아 발화가능성에 모순이 없을 것  
라. 추정된 발화원 이외의 다른 발화원은 사용  
상태, 소손상황 등으로 보아 발화의 가능성이  
없을 것

다. 발화지점으로 추정된 장소의 소손상황에 모  
순이 없을 것

바. 무조건 연소의 이론만 내세워 화염이 제일  
강한 쪽이 발화부위라고 결론은 내리지 말  
것(화재현장에 있는 집적물의 폭연성, 인화  
성, 조연성에 따라 연소과정에서 발화부보다  
심하게 연소된 현상을 나타내는 곳도 있음을  
유의해야 한다. 화재의 발생장소와 가연물의  
배치상태에 따라 검토)

사. 일반적으로 발화원 주위는 바닥 저면부까지  
불에 타는 현상의 강도가 심하게 나타나는  
것이 상례이다.

아. 출화부란 건물이나 구조물 밖으로 화염이

분출하는 것으로 대개 발화원의 직상부가 되  
므로 발화부위와 일치하는 경우가 많지만 건  
물구조상의 문제나 전도가열 혼소 끝에 이면  
벽체를 따라 발염 출화하는 경우는 화재의  
원인이 존재하는 발화부위가 다른 곳에 나타  
날 경우가 있다.



글/김 만 건

한국전기안전공사 부설  
전기안전시험연구원  
전기안전기술사

## '99 에너지전시회 개최안내

대국민의 에너지절약 홍보와 고효율에너지기자재의 보급촉진을 위한 '99년 에너지전시회가 에너지  
관리공단주최로 아래와 같이 개최되오니 출품을 원하시는 제조업체에서는 참고하시기 바랍니다.

에너지전시회는 지난 75년에 연료사용기기전시회라는 명칭으로 출발하여 당시에는 보일러, 구명단,  
확력 등 소규모에 불과하였으나 80년대부터는 연료·열 및 전기 등 모든 에너지사용 기자재를 대표하  
는 명실상부한 에너지전시회로 발전하는 오랜 전통을 자랑하고 있습니다.

1. 전시일자 : '99. 9. 1 (수) ~ 9. 4 (토)
2. 장 소 : COEX 본관 1층 태평양관 1, 2실 4,779㎡
3. 출품대상

- 가정용 에너지이용기기부문
- 산업용 에너지이용기기부문
- 수송에너지이용기기부문
- 전력발전기기부문
- 환경 및 자원재활용기기부문
- 대체에너지이용기기부문

4. 문 의 : 에너지관리공단 에너지요율저 (☎ 0342)7106-096~7)

