

빌딩 화재의 특징과 조사(上)

화재원인 조사실무

- 빌딩 화재의
특징과 조사(上)

글
· 박남규 이학박사
국립과학수사연구소
물리분석과장



빌딩 일반

빌딩이라 함은 사전적 의미로서는 건물이나 가옥을 뜻하기도 하지만 본 연재에서는 지난 호에서 살펴본 주거용 건물을 제외한 사무실용 또는 일반상가 등이 포함되는 철근콘크리트 등에 의한 여러 층의 대형 건축구조물을 대상으로 하기로 한다. 여기에는 호텔, 병원, 학교, 은행, 대형상가 등이 포함될 수 있을 것이다. 우선 빌딩에서 공통적으로 나타날 수 있는 화재 유형과 위험성을 짚어보고, 빌딩 용도별 화재 유형을 살펴보고자 한다.



〈사진 1〉



〈사진 2〉



〈사진 3〉

- 〈사진 1〉 빌딩 내부 화재 시 연기 거동
- 〈사진 2〉 빌딩 공사현장 화재의 용접기 잔해
- 〈사진 3〉 용접기를 수거한 형태
- 〈사진 4〉 LPG 용기 밸브의 열림 상태



〈사진 4〉

가. 공사 중 용접작업

빌딩의 공사는 다른 건물과 마찬가지로 여러 가지 배관 및 철골 등에 대한 용접작업이 반드시 수반된다. 첫 연재인 창고화재에서 용접작업에 의한 화재를 언급하면서 용접불통이 가연물에 접촉되면서 착화되는 메커니즘을 설명하였고, 이의 증명을 위한 잔해 수거 형태에 대하여 기술한 바 있다. 공사현장에서는 용접 결과에 의한 불통 확인은 물론 용접기 사용 여부가 쟁점이 되는 경우가 많다. 이런 경우는 용접작업 행위의 시기가 문제로 제기되기 때문이다. 용접의 결과로 용접불통이 발화지점 근처에서 많이 발견되었다 하더라도 그것의 행위가 화재 당시나 또는 화재 발생 전 수시간(용접불통의 고온상태 유지 시간) 이내에 이루어진 것이 아닐 경우에는 화재와 용접의 인과관계가 어려워진다. 따라서 직접적인 용접 행위의 증거 중 하나가 용접기의 발견 상태이고, 다른 하나는 용접 도구의 스위치 개폐 여부가 될 수 있다.

통상적으로 용접을 끝내거나 사용하지 않을 때는 가스용접기의 호스나, 전기용접기의 배선 등은 용접기 주변에 사려서 정리해놓는 것이 일반적이다. 용접 도중 용접과 관련된 화재가 발생하면 용접기를 사용하지 않은 상태로 호스를 정리하고 가스 용기밸브를 잠그는 조치는 사실상 불가능하다. 화재현장에서 용접기와 호스, 토치, 전기용접의 경우 접지선 등이 널브러져 있으면 일단은 사용 상태를 배제할 수 없는 상태이고, 가스용접용 용기는 밸브가 열려 있는지의 여부가 작업 당시의 작업자 진술과 부합 여부를 판단하는 데 중요한 증거가 된다. <사진 2, 3, 4>에서 보듯이 가스용기의 밸브는 열려진 상태에서 화염에 휩싸이게 되면 그 상태의 흔적을 남긴다. 그물음의 오염으로 화재 후 변형이 되어 있다 하더라도 화재 당시 밸브의 개폐 상태를 판별할 수 있게 된다.

나. 구조적 위험

빌딩의 구조에 따라 다르겠지만 대개 중층 이상 빌딩은 지하에 보일러시설과 전력공급시설 등이 있고, 여기에 배관 통로와 전력선 비트, 또는 중앙통로 계단 등이 상층부로 통하게 되어 있다. 빌딩 내의 사용자들이 아무리 화재 예방을 한다 하더라도 사용자와 관계없는 지하층 시설에서 화재가 발생할 경우 이들 통로를 따라 상층부로 확대될 수 있는 구조여서 화재의 범위가 넓어지고 재산 및 인명피해가 그만큼 커지게 된다. 실내 연기의 거동이나 피난로에 대한 대책이나 연구 등은 나름대로 활발히 진행되고 있으나 화재의 확대 위험에 대한 세부적 예방책 등은 많이 홍보되어 있지 못하다.

<사진 5>는 지하 전력구에서 화재가 발생하여 옥상 출입문과 배기통로로 화염이 확대되면서 옆의 전력인입시설과 냉각탑 등으로 확대되기 직전에 진압된 화재의 옥상 모습이다. <사진 6>은 지하에서 발화되어 중앙통로를 통해 열린 옥상 출입문으로 화염이 토출되면서 마침 쌓아둔 목재 및 문짝 등에 착화되어 2차 발화가 일어난 사례이다. 이들 사례에서 보듯 계단 중간의 방화문 설치나 화재시 방화문(또는 방화셔터)의 작동은 초기 화재 확대를 막는 중요한 조치가 될 수 있다.



<사진 5> 옥상으로 화염이 토출된 형태



<사진 6> 옥상의 가연물에 화염이 번짐

또한 <사진 7>은 지하에서 발화된 화염이 전력선 비트를 통해 상층부로 이동하던 중 4층의 점검 비트로 출화되어 그 앞에 쌓아놓은 상가 물건에 착화되어 화염이 그 층 내부 전체로 확대된 경우이다. 비트와 근접하여 물건을 적재한 원인도 있지만 <사진 8>과 같이 비트 덮개를 화염에 취약한 목재 합판으로 설치한 것도 중요한 요인 중 하나라고 생각된다.



<사진 7> 4층의 전력구 비트 앞에 쌓아놓은 가연물에 연소가 확대됨.



<사진 8> 전력구 비트 덮개를 목재 합판으로 처리하여 쉽게 연소됨.

다. 전력공급시설 및 전기시설

빌딩의 전력공급시설은 가정이나 단독 건물과 달리 많은 부하를 요하므로 그 시설이나 규모가 매우 클 뿐 아니라 한 번 사고가 나면 피해 또한 막대할 수밖에 없다. 전력공급시설은 보통 빌딩의 지하 공간 등에 격리되어 있기는 하지만 화재가 발생하면 위에서 살펴본 바와 같이 케이블 트레이 통로나 배관 점검 비트 등을 따라 빠른 시간 내에 상층부로 확대될 수 있다. 이러한 지하층의 시설 공간은 격리된 공간이라는 특성과 많은 전기 에너지의 창고라는 점에서 주기적인 점검이 소홀할 경우 언제든지 화재의 위험을 안고 있다. 또한 전력공급시설은 부하 측에서의 이상에 의한 화재나 전기적 원인이 아닌 화재에 의한 배선 연소 등으로 인해서도 전기과부하 결과를 가져와 2차 발화가 독립적으로 발생되기도 한다. 화재 예방적인 측면에서 고려해봐야 할 점은 예방 점검에 있어서 전기 기술적인 측면만 신경을 쓴 나머지 화재 발생 환경에 대한 대처가 미흡하다는 점이다.

기술적 측면에서 완전한 화재 예방 기술은 있을 수 없다. 화재 환경에 대한 대처 미흡을 꼽는다면 발열체나 잠재적 발화 에너지 주변에 불필요한 가연물을 적치하는 경우가 대표적이다. 전력공급시설 자체는 금속재료 등이 대부분이어서 계통에서 발화가 되더라도 환경만 잘 관리하면 빌딩 전체를 태우는 화마는 불러오지 않을 수 있다. 큰 빌딩에서 전기시설은 전력공급시설로부터 부하 측까지 거리가 멀어서 케이블 트레이나 버스바 등을 통해 시설하는 것이 일반적이다. 케이블 트레이의 경우는 장시간 먼지에 노출되면 방열에 장애가 될 수 있고, 꺾이는 부분에서의 케이블 스트레스, <사진 10>과 같은 배선통로의 물리적 마찰 등이 절연손상을 가져와 합선이나 누전이 발생하면서 화재로 이어질 수 있다.



<사진 9> 빌딩 지하의 전력 공급 장치 내부 (상시 관리가 어려운 환경)



<사진 10> 지하 전력 공급 장치로부터 배선된 케이블의 절연손상에 의한 발화

〈사진 11〉은 한 백화점의 공조 설비 전력실 화재사례다. 기중차단기(ACB)가 내장된 큐비클과 버스덕트 등이 부하측 단락으로 파손되고 소화된 형태이나(〈사진 12〉 참조), 최초 발화는 층을 달리하는 곳의 버스덕트 내에 배선된 버스바에서 절연이 파괴되면서 시작되었다. 절연 파괴된 부분은 버스바의 연결부 부근으로 절연테이프에 의한 절연 마감이 부실한 상태에서 공사 중 발생한 금속 분진 등이 개입되면서 단락에 이른 것으로 조사되었다.



〈사진 11〉



〈사진 12〉



〈사진 13〉

〈사진 11〉 한 백화점의 공조 설비 전력실 화재

〈사진 12〉 부하 측 단락으로 소화된 큐비클 (ACB 내장)

〈사진 13〉 버스덕트 내 버스바의 절연손상으로 인한 발화 상태

〈사진 14〉 도심 한가운데서 발생된 빌딩의 냉각탑 화재

〈사진 14〉



그 외에도 공통적인 화재 위험을 안고 있는 또 다른 부분은 옥상에 설치하는 냉각탑 화재이다.(〈사진 14〉 참조) 냉각탑은 빈번하게 화재가 발생하는데 대부분 자체 문제라기보다는 보수작업이나 철거작업 중 용접불티나 절단작업 등의 고열에 의해 발생한다. 냉각탑은 구조상 가연물이 많고 가연물이 공기에 접하는 면적이 넓어 공기의 공급이 자유로운 옥상의 환경에서는 작은 불씨에도 일단 착화되면 빠르게 연소가 진행된다.

고시원 및 독서실



〈사진 15〉 외부에서 유입된 화염에 수명의 인명피해를 가져온 고시원 내부

고시원이나 독서실은 그 시설에 따라 화재의 위험성이 다를 수 있으나 보편적인 특징을 보면 다중이용한다는 것과 실내에 가연물이 매우 밀집되어 있을 뿐만 아니라 대부분 시설이 건물 내부를 개조하여 사용하다 보니 배선이나 전기제품 등의 사용이 임의로 이루어진다는 위험을 안고 있다. 또한 창문이나 비상구를 막아 치명적이지 않은 화재에도 많은 인명피해를 가져오기도 한다.

〈사진 15〉는 빌딩 복도에서 고시원 출입문(3층 위치)으로 유입된 화염으로 내부가 상층부를 중심으로 연소되면서 비상 탈출구만 있었다면 여유 있게 대피할 수 있는 화재였음에도 불구하고 출입구 외의 비상구가 없고, 창문을 내부 시설로 모두 막아놓아 대피하지 못해 질식에 의한 수명의 사망자를 발생시킨 경우이다. ㉞

(다음 호에 이어서)