

화재감식 분석기법 개발의 현황과 과제

김윤희

다스카 손해사정 부설 연구소

A Study on the Techniques Development of Fire Identification Analysis

Kim Yoon Hoi

Dasca Loss Adjusters & Surveyors Co., Ltd.

요 약

화재의 원인과 확산과정을 과학적으로 설명하는 화재 감식분석에 있어 예방과 피해를 최소화하기 위해 화재 감식분석기법은 계속 변화되고 있으며 또한 이에 대한 과제가 증가되고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 화재감식에서 기초적이고 필수적인 화재성격판단과 연소흔적 판단, 발화원의 판단에 대해서 서술하고 이에 대한 향후 과제를 제시하였다.

1. 서 론

화재감식분석의 목적은 발생한 화재의 원인과 확산과정을 과학적으로 설명함으로써 예방과 피해최소화에 목적이 있다. 발화로부터 가연성물질에 착화되고 확산되는 과정의 과학적인 설명은 여러 각도에서 연구되고 있는데 재현실험을 통해 나타나는 현상과 형태를 기술하는 방법이 채용되고 있다. 이러한 일련의 과정을 감식분석기법이라 할 수 있는데 여기에는 기초 및 응용과학 전 분야의 전문지식이 요구되게 되며, 각 분야별로 심도 있게 연구되고 있다. 최근의 건축물 화재는 대형화, 밀폐화 되어 있고 각종 가스용기가 상존하고 있어 화재발생 후 폭발현상을 수반하게 된다. 또한 폭발음이나 폭발섬광으로 목격이나 인지하게 되므로 조사자가 초기 신속히 판단하여야 하는 것이 화재폭발인지 폭발화재인지를 판단하는 화재성격판단으로 이의 판단기법 또는 감식기법에 대한 연구는 발표된 문헌이나 사례가 없다. 대부분의 화재관련 연구나 문헌은 발화과정에 대한 이론적인 설명이 대부분이며, 실질적인 감식과정에서 필요한 연소후의 잔해 형태로의 판단 또는 입증방법에 대한 연구가 전무한 상태이다. 감식기법 연구는 국과수의 연소흔적 및 인화성물질분석, 가스안전공사의 연소기구 및 가스폭발화재, 전기안전공사의 전기제품 및 전기배선 및 배선기구, 방재연구원의 가연물 특성 등에 대하여 심도 있게 연구되고 있다. 이들에 대한 감식기법의 기본적인 사항은 이미 일반화되어 있다.

2. 감식 분석기법 개발 현황

화재 감식 분석기법이란 화재를 진압한 후 제반사항을 조사하여 발화로부터 확대까지의 과정을 설명하는 방법 또는 기술을 말하는 것이며, 이에는 과학적 방법이 사용된다. 과학적 방법이란 모두가 공감할 수 있는 자연법칙에 어긋나지 않는 입증된 입증될 수 있는 사실로 설명하는 것이다. 이미 객관적으로 입증된 사실과 재현이 가능한 자연현상으로 설명한다는 것은 재현실험을 요구하고 있음을 의미한다. 그러나 화재의 경우 변수가 너무 많아 똑 같은 현상의 재현이 거의 불가능하다는 데 문제가 있고 재현을 통해 입증한다는 데는 한계가 있다. 따라서 모두가 인정 할 수 있는 새로운 입증방법이 요구되고 있고 컴퓨터 공학의 발전에 따라 실제 재현이 아닌 시뮬레이션을 통한 입증이 요구되고 있다. 분야별 감식 분석기법보면 다음과 같이 요약 될 수 있다.

2.1 화재성격의 판단 기법

화재초기 착화시점의 현상 즉 화재 후 폭발 혹은 폭발 후 화재여부, 백 드래프트, 플래시오버 등에 대한 연구는 매우 잘 알려져 있지만 실제 현장에 적용하는 문제는 쉽지 않다. 최근의 사례에서도 논란이 되고 있는 ‘부산 가나다라 사격장화재’나 ‘이천 코리아 냉동창고화재’와 같은 대형 화재에서도 초기 현상의 설명이 분명하지 못하여 논란이 되고 있다. 그러나 이를 재현한다는 것은 거의 불가능하다. 혹자는 가스폭발이 선행되고 연소가 급격히 확산되었다고 하고, 혹자는 플래시오버현상에 의한 것이다, 혹자는 ‘백 드래프트 현상이다’라고 주장하고 있다. 심하게 연소되고 진화로 훼손이 심한 잔해형태를 보고 성격을 판단하여야하는 감식 또는 분석분야에서 볼 때 모두가 공감할 수 있는 결론을 내리고 입증하는 방법이 연구되어야 한다. 우리건물 구조의 특성상 문제가 되고 있는 밀폐공간에서의 화재에서 플래시오버 현상이나 백 드래프트 현상이 유산소폭발 현상 중의 가스 또는 유증기 폭발 현상과 유사하여 논란이 되고 있는 바 이에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있으나 보다 심도 있는 연구되어야 하는바 필자는 화재성격의 판단이란 제하의 강의에서 폭발현상의 분류를 나타내는 현상 또는 잔해를 보고 아래와 같이 설명하였다.

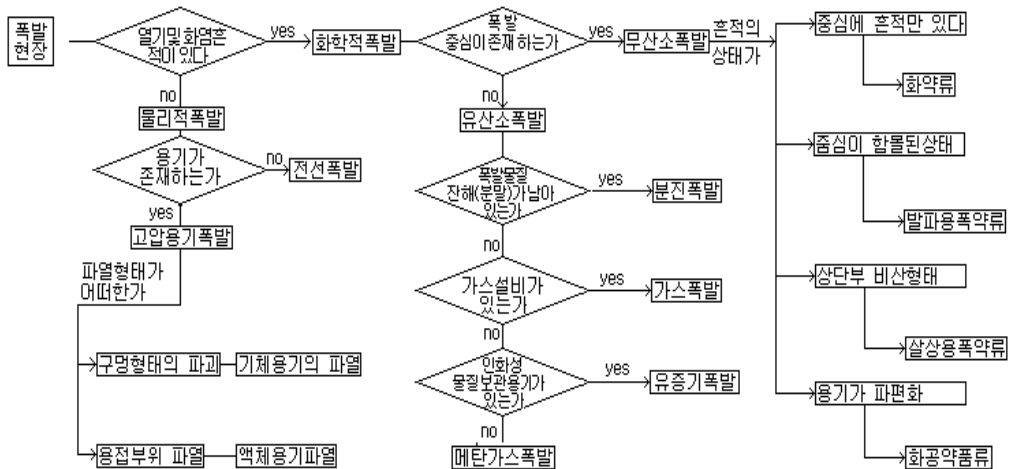


그림 1 폭발현장 감식 플로차트

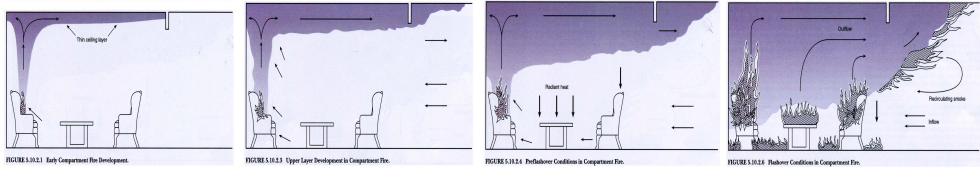


그림 2 플래시오버 발생개략도(NFPA)

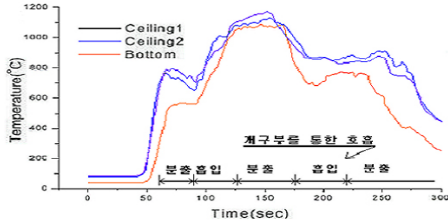


그림 3 백 드래프트 현상

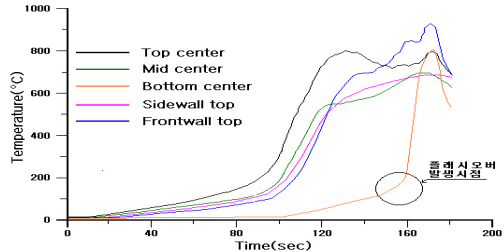


그림 4 플래시오버 현상

NFPA에서 정의하고 있는 플래시오버는 복사열에 의하여 가연물이 일시에 착화 연소되는 현상으로 정의하고 있으며(그림2), 이의 방재연구원 재현실험에서 보면 발열착화 후 160여초 후에 발생된 것이 발표된 바 있다(그림4). 그러나 폭발이 아니면서 화재가 급속히 진행된 ‘부산 가나다라 사격장’발화 과정은 10초만에 상황이 종료되었다.

이러한 현상의 실제 재현은 거의 불가능하고 또한 재현한다고 하더라도 연소 진화 후 분석이 용이하지 않을 것이다. 과연 위와 같은 연소현상이 가스폭발이나 플래시오버, 또는 백 드래프트로 설명될 수 있을까 반문하지 않을 수 없다. 필자는 이의 구분을 폭발사고 규명 이전에 화재와 폭발을 구분하는 방법으로 폭발현상과 급격한 확산연소의 차이점 즉 일정한 크기(소염공간) 이상의 공간에서의 예혼합기 연소와 가연성 가스상 물질과 공기와 의 경계면에서 이루어지는 확산연소의 차이로 충격파의 유무가 있으며, 이로 인한 창유리의 파손형태 차이로 설명하였다.

2.2 연소혼적의 판단 기법(발화개소 판정법)

화재조사의 가장 난해하고 입증에 어려운 것이 최초 연소부위 또는 발화부위인데 이는 결국 연소혼적으로부터 축소시켜나가는 방법이 채용되고 있다. 이를 위한 연소혼적 또는 수열혼적에 대한 연구는 이미 정립되어있는 상태이다. 가연물의 탄화심도측정법이라던가 콘크리트구조물의 박리형태, 급속의 용융온도나 소결상태 등 정리가 잘되어 있다. 하지만 감식당자자의 입장에서 진화 후 그 형태는 변형이 심하게 되어있어 판단이 용이하지 않은 경우가 대부분이다. 특히 우리나라에서 건축 구조물로 사용되고 있는 샌드위치패널이나 H빔의 변형은 연소시의 상황에 따라 변형정도가 큰 차이를 보이고 있다. 필자는 초기 연소시의 분위기(산소농도)에 따른 연소형태 즉 가연물의 표면연소에 의한 국부적 소실형태나 급속의 산화정도 등으로 설명하였는데 상황에 따라 달라질 수 있음을 실감하고 있다. 감식 기법에서 a는 발화부위에서 발화원으로 작용한 모터가 발견되어 확정적이나 b의 경우 연소잔해 형태로 발화부위 판정이 불가하였으나 CCTV 자료상 발화부위가 확인되었고, c의 경우 발화부위에서 전선의 단락흔으로 확인된 사진이나 이의 2차적 증명자료가 없었다면 논란의 여지가 남을 수 있다. 연소기구나 고온물체의 발화원의 판단에서도 이와 같은 잔

해형태가 중요한데 감식기법 개발에서 이에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

2.3 발화원의 판단

발화원의 감식은 현장의 발화개소에 있는 발화원으로 작용할 수 있는 것들을 총칭하여 말하는 것으로 연소 후에도 잔해가 남는 것과 남지 않는 것으로, 남는 것은 불연체인 금속 뿐인데 이들의 변형, 용융, 수열, 산화형태로 당시의 상황을 판단하는 것이 일반화되어 있다. 이들에서의 발화현상에 대한 연구는 수도 없이 많은 재현시험이나 정밀 연구가 이루어지고 있다. 그러나 실제 화재현장에서 발화원으로 작용하였는지 판단하는 것은 결국 발화당시 발열하고 있었는지 하는 문제인데 이에 대한 연구는 전무한 상태이다. 전기화재에서 원인을 판단하는 방법은 이미 체계화되어 있고, 재현시험에 의한 연구발표도 수도 없이 많다. 대부분 인위적으로 발화를 재현하는 실험을 통해 발화를 입증하는 정도인데 실제 재현실험에서 발화로 발전시키는 것은 매우 어렵다. 또한 전기제품나 배선 또는 배선기구가 발화원으로 작용하였고 흑연화가 발화원인으로 판정하기위해선 화재당시 발열하고 있었으며, 인접한 부분의 가연물에 착화되었다고 입증하여야 하는 문제가 있다. 즉 과열로 고장난 방치된 선풍기 주변에서 미소화중에 의하여 발화되고 화재로 발전 큰 피해가 발생하였다면 감식담당자는 선풍기 과열로 발화되었다고 판단 할 수밖에 없을 것이다. 고장이 나서 방치하였다는 선풍기에 대한 사진 정보가 없다면 오판 할 수밖에 없을 것이다. 따라서 종래의 감식 분석기법인 발열 발화특성을 충분히 이해하고, 연소된 후 잔해의 분해검사를 통해 발화를 입증하는 것과 더불어 발화원으로 부터 발화하여 화재로 발전한 연소성상의 분석을 통한 입증이 필수적인데 이의 실험을 통한 입증이 불가능하므로 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 입증이 요구되고 있다.

3. 결 론

종래의 화재감식 분석기법이란 주로 발화원을 대상으로 연구 개발되어 왔다. 그러나 실제적인 화재조사에 있어서는 연소 후의 흔적으로부터 성격이나 발화부의 판단, 발화원으로 부터 발화되었다고 하는 것을 입증하는 데는 건물 구조나 가연물 특성에 따라 크게 달라지는 화재성상의 정확한 분석이 이루어져야 하며, 이에선 재현실험으로의 입증이 불가하므로 컴퓨터시뮬레이션을 통한 연구가 필수적이다. 따라서 건물구조, 가연물의 물적, 열적특성, 발화부위나 발화원에 따른 연소 성상에 대한 연구와 불연체의 조건에 따른 수열, 산화성에 대한 연구 및 발화원인의 입증방법에 대한 연구를 제안하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 2011년 소방방재청 차세대 핵심소방안전기술개발 과제 1665005762 [NEMA-차세대-2011-3] 지원에 의하여 수행하였으며, 관계자들에게 감사드립니다.

참고문헌

1. 국과수.경찰청, ‘화재조사길라잡이’2004.
2. 김윤희 외11, “화재조사실무(Ⅰ,Ⅱ)”(2006),성안당
3. 손보협.한국화재조사연구원,“화재현장조사기법”(2008).
4. 김만건,김진표, “전기화재 감식공학”(2006),성안당