

유럽의 화재조사 체계 및 기술동향



글 Armelle Mulle 프랑스 CNPP 환경·화재 실장

1. 프랑스의 화재발생 현황

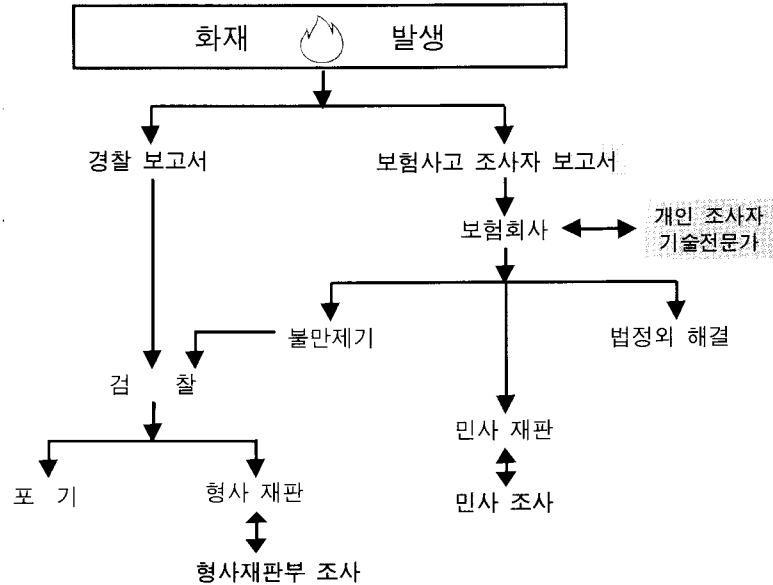
프랑스의 경우 화재건수는 2008년도 기준으로 연간 312,119건이 발생하여 한국의 49,631건보다 매우 많고, 사망자와 부상자는 각각 402명, 1,102명으로 한국의 468명, 2,248명보다 적은 것으로 나타났다. 프랑스에서는 반달리즘(Vandalism)에 의한 파괴행위가 많이 발생한다. 화재원인으로는 전기원인이 프랑스 25%, 한국 23%로 거의 같다. 매우 다른 점은 방화인데, 방화로 의심되는 것을 포함하여 프랑스에서는 30%, 한국에서는 8%로 매우 큰 차이가 있다.

2. 유럽의 화재조사 체계

가. 프랑스의 화재조사 체계

프랑스에서는 정부기관과 비정부기관으로 구분할 수 있다. 정부기관으로는 경찰, 소방단체, 합법적 전문가, 기술전문가가 모인 CNEJIE, 법의학 연구소가 있다. 비정부기관으로는 보험회사, 보험회사에 의해 고용된 CEA기관의 손해사정사, 그리고 보험회사에 의해 설립되고 지원되는 개인 조사관들의 네트워크인 ALFA라는 사기 방지 기관이 있다. 이외에 CNPP같은 주립 연구소 및 사설 연구소와 보험업자에 의해 설립되고 운영되며 보험사, 경찰, 법률가, 보험연구소와 함께 일하는 지역 사기방지 공동체가 있다.

프랑스에서의 화재조사체계는 [그림 1]과 같다. 화재가 발생할 경우 경찰관과 소방대가 제일 먼저 도착하고, 2일 내에 보험사에서 보낸 보험전문가가 도착한다. 경찰관은 공공검찰관에게 보고서를 제출한다. 이 보고서에 따라 검찰은 이 사건을 종료하거나 형사재판을 열고 여기에서 조사가 이루어지며 동시에 보험사에 의해 조사가 시작된다.



[그림 1] 프랑스의 화재조사체계

지금까지 소방대는 화재조사에 관여하지 않았으나, 최근 몇몇 소방대가 화재조사를 수행하려는 새로운 경향이 나타나고 있다. 재정적인 이유로 소방대가 화재조사를 하는 것이 의무적인 사항은 아니다. 보험사는 전문가에 의해 조사를 수행하고 첫 보고서를 작성하며 이 보고서에 따라 보험사는 일종의 경찰조사관인 사설 조사관을 고용하고 더불어 기술전문가를 고용한다. 기술전문가는 화재 현장을 조사하여 발화장소와 발화패턴을 해석한다. 이것은 보험사의 자유로운 선택사항이다.

모든 관련 당사자들이 동의하면 이 사건은 해결되며 동의하지 않으면 민사재판으로 넘어간다. 여기에 법 전문가와 기술 전문가가 참여하게 되고, 법률 전문가는 경제적인 책임을 결정하며, 다른 보험자가 참여하게 된다. 이 경우 보험사는 조사한 것에 근거하여 공공 검찰관에게 통보하여 형벌에 처하게 할 수 있다.

프랑스에서는 공식적이지는 않지만 정부기관과 비정부기관사이의 협력이 이루어지는데 사설 조사관은 일반적으로 전직 경찰관들이다. 이들은 조사기간 동안 비공식적인 조사를 한다. 은퇴한 경찰서장은 보험 사기방지 기관인 ALFA에서 일하고 경찰과의 연결된 업무를 수행한다. CNPP같은 사설 연구기관은 법정에서 그 역할을 수행할 수 있으며 이런 경우 연구소에서 제공된 결과는 법정에서 증거로 사용된다.

나. 다른 유럽 주요국가의 화재조사체계

(1) 스위스

스위스에서는 화재조사는 주로 경찰이 수행하고 보험회사는 단지 발화지점을 찾고, 방화인지 아닌지에 대해서만 연구한다. 이 경우에 화재 범죄과학과 화재 모델링은 대개 수행되지 않는다.

(2) 독일

독일에서는 먼저 지역 경찰이 화재조사를 하고, 이 기술적 비용은 연방 또는 주정부에서 지원하고 보험회사는 단지 화재의 책임, 화재원인, 화재전파를 결정하기 위해 자신들만의 조사를 할 수 있다.

(3) 영국

영국에서는 방화협회(Fire Protection Association)가 있어서, 많은 방화에 대한 방법을 제공한다. 또한 ABI (Association British Institute)의 방화부서는 연구를 하고, 통계를 수집하고, 다른 기관의 조사관들을 모아 협력하는 일을 한다.

3. 유럽의 화재원인조사 기술동향

정부기관 등 다른 기관의 조사로 화재원인을 결정하지 못할 경우, 보험사는 화재 잔해 분석, 화재 모델링, 화학품 분석, 자동화재탐지 및 소방설비 시험, 전기장비의 시험, 화재재현시험을 CNPP에 요청하기도 한다. 재현은 화재시나리오를 검증하고, 다양한 시나리오 중 화재 시나리오를 결정하는 해결책이다. 재현은 전통적인 방법인 화재실험에 의해 가능하며, 최근 화재 모델링에 의해서도 가능하게 되었다.

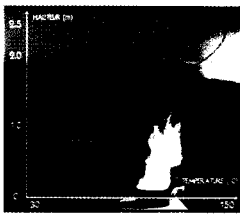
가. 화재실험과 화재모델링

화재실험은 점화현상 및 소화설비의 효율성 등 제한된 장소의 한 가지 화재를 검증하는데 유용한 방법이다. 모델링은 점화현상과 스프링클러의 역할을 검증하는데 한계가 있으나, 하나 이상의 시나리오, 여러 가지 방에서 화재전파, 큰 공간에서의 화재전파, 빌딩의 연기 유동을 재현하는데 화재 모델링이 매우 유용하다. 화재모델링에는 실험적 모델, 단순 계산, 존 모델과 필드모델의 두 종류 복합 대수 모델이 있다. 이러한 모델은 열전달, 화재전파, 연기 유동을 계산할 수 있다.

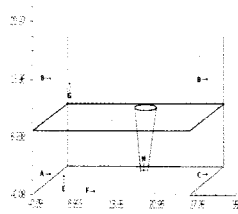
나. 존모델(Zone Model)과 필드모델(Field Model)

존모델은 연기 단층화, 즉 천장아래 상층부의 고온연기가 바닥근처의 저온층으로 내려가는 것을 검증하는데 온도에 의해 2개의 존으로 나누어 각 존을 평가한다. 모델은 두 존 사이의 질량, 에너지 전달, 연기의 온도, 연기층의 높이를 계산한다.

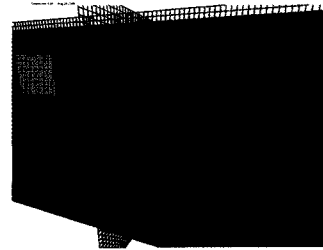
필드모델은 더욱 많은 계산과정을 필요로 하여 매우 복잡하다. 필드모델은 공간을 수많은 작은 공간으로 나누어 계산한다. 모델은 각각의 작은 공간에 대해 에너지, 질량, 모멘텀 보존에 의한 나비에 스토크 방정식을 푼다. 모델은 각 공간에 대한 온도, 열복사열, 가스농도, 연기를 계산하며 FDS는 NIST에서 만든 유명한 필드모델 프로그램이다. 다음 [그림 2]와 [그림 3]은 존모델과 필드모델의 적용 예이다.



Ex : Cfast



[그림 2] 존 모델의 적용 예



Ex : FDS

[그림 3] 필드모델의 적용 예

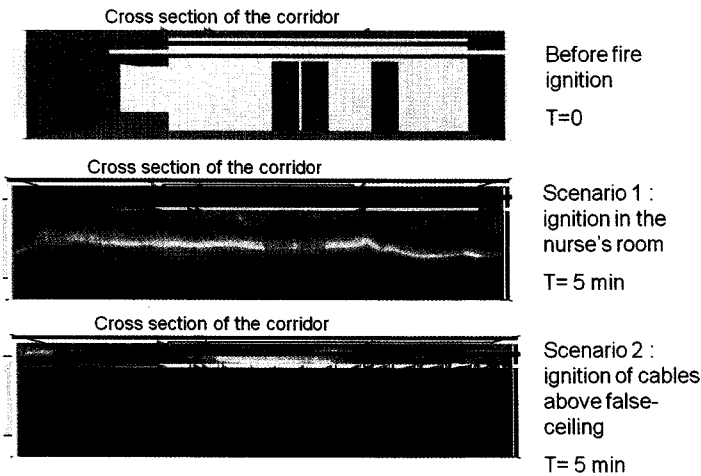
4. 화재모델링에 의한 재현 사례

화재모델링에 의한 재현을 사용한 사례를 살펴본다. 병원에서의 화재로 화재가 점화된 장소에 대한 설명은 없고, 여기에는 가능한 2가지 옵션을 적용한다. 여기서 목격자는 5분 안에 복도에 연기가 퍼졌다고 진술했다. 여기서 두 가지 시나리오에 대한 모델링을 수행하고, 각 경우에 증거와 목격자의 의견을 비교한다. 그리고 가장 합리적인 시나리오를 선택한다. 첫 번째 시나리오는 화재가 간호사실에서 발생한 경우이다. 두 번째 시나리오는 화재가 반자안의 케이블의 전기화재이다. 우리는 두 가지 모델링을 위한 입력데이터가 필요하다.

이를 위해 우리는 2가지 화재실험을 수행했다. 2가지 실험을 통해 시간에 따른 열 방출율의 함수를 구해냈고 이 결과를 모델링에 적용했다.

[그림 4]는 화재 모델링의 결과이다. 첫 번째 그림은 화재가 점화되기 전 복도이고 두 번째 그림은

시나리오 1의 5분 후 간호사실 화재 시 복도의 모습이다. 세 번째 그림은 2번째 시나리오, 다시 말해 반자 위의 케이블에서 점화 시 5분 후의 모습이다. 5분 후에 반자의 작은 구멍을 통해 약간의 연기가 복도로 나왔으며, 대부분 연기는 반자 안에 갇혀있다. 복도의 연기층을 확인해볼 때 첫 번째 시나리오가 합리적이다. 시나리오 2는 연기가 거의 없었으며 온도는 매우 낮았다. 화재는 간호사실에서 발생했으며 연기가 점점 더 발생했고, 간호사실은 연기로 가득 찼다. 이때는 문이 열리지 않았으며 후에 피난을 위해 누군가 문을 열었다고 가정하여 연기가 퍼져나간다. 약간의 연기는 창문을 통해 밖으로 빠져나간다. 이 결과는 현장 증인의 증언과 비교하여, 우리가 간호사실에서 발화했다는 것으로 결론짓는 것을 도와준다.



[그림 4] 화재모델링 결과

4. 맺음말

결론적으로 화재 모델링은 재현에 새로운 기법이다. 그러나 입력데이터, 결과데이터를 다루는데 있어 주의를 요하므로 화재 전문가와 긴밀히 협력하여 사용되어야 한다. 그리고 검증을 위해 가능한 많은 추가 실험이 수행되어야 한다. 화재조사는 보험업자, 법률가, 기술 전문가, 실험실과 같은 타 전문가와 협의가 필요하다. 그리고 화재조사시스템은 원인미상의 화재수를 줄이기 위해 정부와 비정부기간이 친밀한 관계를 형성해야한다. ☹