

국제적인 화재위험관리

위험관리

화재 위험관리와 평가를 위해 우스터대학의 Robert W. Fitzgerald 박사가 연구한 건물화재 성능평가 방법론에 대해 간략하게 소개한다.

성공적인 사업이란 안고 있는 위험요소를 정량화 할 수 있고 분석을 통하여 복잡한 위험을 발견하기 위한 경제적인 적절한 방법을 적소에 배치하고 이러한 위험의 영향을 상쇄하기 위해 필요한 통제수단을 두는 것이다.

이러한 절차를 위하여 모든 위험이 평가된다면 광범위한 의미에서의 효과적인 위험관리를 고려하는 것이 필요하다.

심각한 화재로 인한 손실의 경우, 이로 인한 간접적인 손실들, 예들 들면 경쟁기업으로의 제품주문에 따른 손실, 또는 숙련된 생산력의 손실 등은 건물 자체의 손실보다도 더 치명적일 수 있다.

역사적으로 전통적인 화재위험평가는 순수하게 위험하다고 생각되는 사고와 관련된 정보를 수집하는 것으로 구성되어 왔으며 조직에 미칠 위험의 정도 또는 화재나 다른 치명적인 사고 시 그 결과가 어떠한 것인가에 관한 실제적인 계산은 없었다.

이것이 기업이 위험을 정량화 하는데 있어서

전적으로 도움이 되는 것은 아니지만 필요한 것은 화재가 발생하기 전에 어디에서 화재가 발생할 가능성이 높은지, 그 영향은 어떠한 것 인지를 단순한 항목으로 표현하는 더 측량된 시스템분석이다.

이로써 조직이 당면한 참된 위험이 드러나며 조직은 위험을 전체적으로 제거할 것인지 또는 그 영향을 경감할 것인지 선택할 수 있다. 인명 안전이 가장 중요한 것과 마찬가지로 기업의 지속성이 보장되려면 조직의 모든 필수 자산을 위험으로부터 방호하는 것도 중요하다.

화재위험평가에 있어서 보다 계량화된 접근 방법의 필요성이 크게 강조된 적이 없었다.

건물화재 성능평가 방법론

건물화재 성능평가 방법론(이하 '방법' 이라 한다)은 메사추세츠 우스터대학의 구조 공학자인 Robert W. Fitzgerald 박사의 연구에서 주로 발전되었다.

지난 4년 간의 연구 끝에 소방대학이 이를 적용했으며 영국 소방국에서 위험확인 도구로서 주로 사용되었다. 이것은 현재 종합 위험평가의 부분으로서 사용되고 있다.

이때로부터 이것은 그 사용이 급속도로 확대되었으며 지금은 상업이나 공장의 신뢰성 있는 위험분석 도구로 받아들여지고 있다.

이 '방법'은 분석을 체계화하고 구성함에 의한 사고의 틀을 제공한다. 이것은 건물이 어떻게 될 것인가 예상하여 보는 것이 아니라 있는 그대로 본다. 이 '방법'은 또한 발생할 가능성이 가장 높은 최악의 화재시나리오에서 건물 성능을 예측하고 그 결과를 전달한다.

이 '방법'은 건물의 화재시스템을 분리된 구성요소들 안으로 체계화하고 이러한 구성 성분들을 함께 시간 의존적인 논리적 통합체로 구성한다. 이것에 의해 화재 상황에서의 건물의 성능이 평가되고 기술적(記述的)인 형태의 결과를 얻을 수 있다. 이것으로 인명, 재산, 환경 및 기업휴지에 대한 위험도 평가할 수 있다.

이 '방법'의 구성요소는 화재의 성상, 능동적인 방호수단(예: 스프링클러, 자동화재탐지설비 등), 수동적인 방호수단(예: 방화구획, 소방대 조치, 구조체의 성상, 인간행동과 시간 등)이다. 성능은 수치적인 표현으로 평가되며, 이는 완결과정의 아주 중요한 부분이다. 평가는 확률로써 표현되고 이러한 확률은 스프링클러의 신뢰도처럼, 정보를 이용할 수 있다면, 상대 빈도 자료에 근거할 수 있다. 더욱이 이 평가는 '신뢰의 수준'(예: 판단의 사용)이라는 표현으로 자주 사용될 것이다.

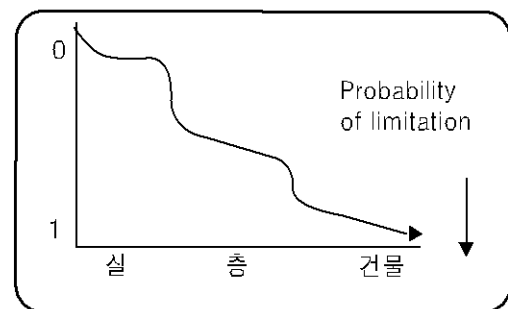
이 '방법'의 표현 형태는 화재확산 한계(L-curve), 연기농도, 건물의 피난로 및 구조적 성

능을 도식적으로 나타내며 L자와 유사한 곡선을 그린다. L-curve는 건물의 "인명안전" 한계를 나타내며 주요 척도로서 화재가 소화되기 전의 화염-열 확산 정도를 사용한다. 곡선은 화재확산 제한의 성공확률을 나타낸다.

화재는 세 가지 방법 -연료의 소진으로 인한 자연 소화, 자동식 스프링클러에 의한 소화, 또는 진압대원에 의한 수동 소화-으로 소화될 수 있다.

곡선은 발화가 아닌 '설정된 화재'로부터 시작한다. L-curve는 경험있는 사용자에 의해서 직접적으로 생성되거나, A 및 M 분석의 조합에 의해 생성될 수 있다.

설정된 화재는 단기간에 화재가 소화되기 보다는 더 크게 성장할 가능성이 높은 화재의 크기이다. 더구나, 화재크기의 증가율은 더욱 더 실제적이다. 화재의 크기는 화재예방 조치와 건물 사이의 경계선이다. 구획된 건물에 있어서 연료함 내에서 25cm의 화염높이는 설정된 화재의 좋은 예이다.



전형적인 3-공간 다층 건물의 L-curve

L-curve 평가(화재 자체를 나타냄)는 건물의 공간 방호(space-barrier)분석의 결과로서 산출된다. 이것은 실내의 인테리어에 대한 상대적인 화재성장 가능성을 나타낸다. A-curve

평가는 스프링클러 시스템의 신뢰도와 스프링클러의 설계 유효성을 조합한다. 화재의 성장을 제한하는데 있어서 고정식 소화시스템의 유효성을 도식적으로 나타낸다. M-curve 평가는 건물 부지의 영향, 건축물, 수원의 가용성, 도착시의 화재크기가 화재진압의 유효성에 미치는 영향의 조합이다.

L-curve 평가로 인명, 재산과 용도/사업의 지속성에 대한 건물 고유의 위험을 확인하고, 화재 영향을 세부적으로 검토할 수 있으며, 대안을 평가하고 논의할 수 있고, 어떤 한 경로의 조치가 왜 다른 조치들보다 바람직한지를 확인하여 가장 적절한 설비를 사용할 수 있도록 결정할 수 있다.

가장 유용한 기술자(記述子)로서 L-curve는 다음의 단계들을 포함한다.

■ 1 단계 모든 건물을 3개 공간 - 첫 번째 공간('실' 과 같은 발화장소), 두 번째 공간(옆실 또는 위 층과 같은 인접공간), 세 번째 공간(건물의 기타부분)- 의 건물로 취급한다. 이렇게 분리하는 이유는 일반적으로 화재가 모든 방향으로 확산되지만 바닥과 천장이 벽이나, 분리벽 또는 문보다는 더 방호성능이 좋은 경향이 있기 때문이다.

■ 2 단계 '설계 화재' 를 위한 적절한 발화 공간을 확인한다. 다음을 지침으로 사용하여 발화공간의 제한 가능성을 예측한다:

아주높음	90%-80%
높음	70%-60%
낮음	40%-30%
아주 낮음	20%-10%

만약 자연 소화가 되지 않는다면, 모든 공간으로의 확대시간을 추정한다. 스프링클러의 영향이 있다면 확인한다.

발화공간을 선택 시에는 다음 요소를 고려해야 한다. 어느 공간이 화재성장률이 높아 가장 큰 위험을 초래하는가? 어느 공간이 가장 큰 인명손실을 초래하는가? 어느 공간이 재산 보호와 사업의 지속성의 측면에서 가장 취약한가? 어느 공간이 주위에 가장 약한 방호벽을 가지고 있는가? 어느 공간이 수동소화 시 가장 큰 문제를 초래하는가?

발화공간에서의 제한 가능성을 추정할 때에 고려할 요소로는: 공간의 형상과 크기, 연료의 특성, 연료함의 크기와 수량 및 연료/공간의 배치(예: 적재, 분리, 벽에 인접, 천장에 인접 등)가 있다.

전 공간 화재(Full Space Involvement: FSI)란 공간내의 모든 가연성 물질이 표면연소되고 있는 상태이다. FSI는 흔히 '플래시 오버' 와 같은 뜻으로 쓰이며, 또한 화재의 확산(spread-over)에 의해 발생할 수 있다. 최고로 성장한 화재는 흔히 '플래시 오버 후 화재'(post-flashover fire)로 일컬어지며 일정한 속도로 연소된다. 이 단계에서 화재는 구조체와 방호벽들에 커다란 영향을 준다.

스프링클러의 유효성을 평가할 때에 고려해야 할 몇 가지 요소가 있다. 첫 번째로 스프링클러가 설치되어 있는가? 설치 시 위험의 등급과 연료의 특성을 고려한다. 스프링클러가 장애되지 않는지, 형식적으로 설치된 것이 아니라 작동될 수 있을 것인지를 확인한다. 스프링클러 헤드가 개방되면 수원이 공급될 것인지, 그리고 충분한 양이 방사될 것인지 확인해야

한다.

■ 3 단계 발화공간을 둘러싼 방호벽을 검토한다. 화재확산을 제한하는데 있어서 방호벽의 유효성을 예측한다:

매우높음	90%-80%
높음	70%-60%
낮음	40%-30%
매우 낮음	20%-10%

화재 제한이 낮을 경우, 방호벽이 얼마나 견딜 수 있을 것인지를 예측한다. 방호벽 붕괴, 썰기로 상시 개방된 문, 창문 등과 같은 대형 개구부, 유리벽과 지붕 차양 등 방호벽의 취약 부분, 약한 방호벽 연결부, 밀폐되지 않은 관통부 등 방호벽이 실패할 수 있는 경우를 유념해야 한다. 방호벽 성능은 건축물과 화재심도 및 내화력에 달려있다.

■ 4 단계 모든 세 가지 공간에서 공간-방호벽 분석을 따른다. 각 단계에서 제한의 가능성을 예측하고, 만약 제한하지 못한다고 판단되면 실패할 때까지의 시간을 예측한다. 설정된 발화로부터 건물 전체로 확산될 때까지 걸리는 시간을 예측한다. 이것은 흔히 시간 축에 의해 가장 잘 얻어진다.

■ 5 단계 소방대에 의해 수원이 공급되는 시간축을 예측한다. 설정된 화재로부터 시작하여 감지시간, 소방대에 접수되는 시간, 현장에 도착하고 주수하는데 걸리는 시간을 고려한다. 이 시간축을 화재성장 시간축과 비교한다. 소화하는 데 있어서 소방대의 유효성을 예

측한다.

■ 6 단계 L-curve를 그린다. 평가자의 예측 상부에 그려진 L-curve는 취약한 건물 특성을 갖는다. 취약한 빌딩에서는 건물이 붕괴되기 전에 건물이 화염/열의 확산을 제한할 가능성이 거의 없다. 평가자의 좌측 하단으로 그려진 L-curve는 튼튼한 건물 특성을 갖는다. 튼튼한 건물에서는 화재의 크기가 화재확산의 초기단계에서 제한될 가능성이 높다.

L-curve는 이것이 건물 고유의 화재 성능을 예측할 수 있다는 측면에서 중요하다. 이것은 건물내의 각 화재성장 단계에서의 화재 위험을 파악한다. 또한 이것은 건물 내에서 화재결과의 심도를 나타내고 가장 발생할 가능성이 높은 최악의 화재 시나리오에서 위험을 평가할 수 있도록 도움을 준다.

소방대학은 이 '방법'을 다양한 건물들에 적용함에 있어서 많은 경험을 축적했으며 컨설팅을 통하여 효과적인 화재위험 관리를 적용하고자 하는 단체들에게 유일한 서비스를 제공하고 있다. ㉞

— APF(2002.3)

— 번역: 연구컨설팅부 대리 사공람