

정량적 화재 리스크 평가기법의 개발

최근, 손해보험에서 담보되는 리스크 관리에 확률론적 접근을 이용한 정량적 리스크 평가기법이 도입되고 있다. 본 고에서는 보험회사의 정량적 화재 리스크 평가기법의 내용에 대해 간단히 알아보고, 그 기법 적용상의 과제 및 활용대책에 관해 기술하고자 한다.

1. 머리말

최근, 손해보험에서 담보되는 리스크에 관해, 특히, 재물보험 분야에서는 확률론적 접근을 이용한 정량적(定量的) 리스크 평가기법이 도입되고 있다. 일본 내외의 보험회사들도 지진, 풍재 등의 자연재해 분야를 중심으로 예상 최대손해액의 산출 등에 활발하게 활용하고 있다. 동경해상리스크컨설팅(주)에서는 자연재해 리스크에 대해서는 확률론을 기초로 한 평가기법을 독자적으로 개발해서 활용하고 있다.

한편, 원자력 분야에서는 사건수 분석(Event Tree Analysis) 또는 결함수 분석(Fault Tree Analysis) 기법을 이용한 공학적인 PRA (Probabilistic Risk Assessment)가 보급되어 있고, 그 중에서는 방사능 누출, 지진 등의 자연재해뿐 아니라 화재 리스크에 대해서도 상세하게 검토되고 있다. 이 기법은 원자력 분야 외에도 각종 플랜트, 일반 오피스빌딩에도 활용할 수 있다. 하지만, 이 분야에서의 화재성상 평가 연구는 성숙되지 않았고, 게다가 Monte Carlo Simulation 등의 방대한 계산이 가능한

고속 PC도 보급되어 있지 않다.

따라서 많은 노력과 비용을 들여서 원자력 이외의 분야에까지 적용 범위를 넓히려는 노력을 기울이지 않았다.

손해보험회사 계열의 컨설팅회사에서는 손해보험회사에서 개발한 리스크 평가기법을 이용한 컨설팅 비즈니스를 하고 있다. 화재·지진보험 등의 보증에 적합한 리스크 평가에, 리스크를 어떻게 줄이는가에 대한 Loss Control도 행해지고 있다. 이러한 컨설팅 활동에서 하고 있는 리스크 평가는 종래, 엔지니어의 경험에 의한 정성적(定性的)인 평가를 주로 하고 있다. 한편, 고객의 입장에서는 비용 대 효과 면에서 정성적 평가가 아닌 정량적 평가를 희망하고 있어 정량적인 리스크 평가기법의 개발은 필요한 것으로 되어 있다.

이런 상황에서 시외기관과 함께 정량적 화재 리스크 평가기법의 개발을 시작하여 약 5년에 걸쳐, 일반 오피스빌딩을 대상으로 한 정량적 평가기법(건편시스템)을 개발, 실제 건물에 대한 적용단계에 이르렀다.

2. 보험회사의 리스크 평가

손해보험회사는 화재 리스크에 대해서 화재 보험 인수업무를 통해 다소간의 리스크 평가를 하고 있다.

현재도 보험 인수시에 인수 대상건물, 동산 등의 리스크 상황, 예를 들면, 건물용도, 소방서와의 거리, 소화설비의 유무, 방재관리 상황 등을 평가하고 있지만, 이들 방법은 현장 확인이나 소문을 통해 수집한 정보 등을 지표화한 수준이다. 그러므로 객관적인 정보를 중심으로 한 평가가 되고 있지만, 정성적인 조잡한 수준에 머물고 있어, 화재공학적으로 평가하는 기법과는 차이가 있다.

또한, 보험회사에서는 고객에 대해 고객의 화재 리스크를 줄이기 위한 Loss Control 서비스를 제공하고 있다. 그 때에 실제 현장을 화재 리스크 평가의 측면에서 조사하여, 주로 MCOPE(Management, Construction, Occupancy, Protection, Exposure) 5개 요소를 기초로 화재 리스크 상의 문제를 지적하고 있다. 이것도 엔지니어의 경험과 주관적인 판단에 의한 정성적인 리스크 평가이다.

3. 일반 빌딩의 화재 리스크 정량화

화재 리스크의 정량화를 실행함에 있어, 우선, 리스크를 정의할 필요가 있다. 일반적인 리스크의 개념으로, 화재 리스크=발생확률(hazard)과 손해 크기의 축적, 즉 기대값으로 정의되고 있다. 빈도와 손해 크기가 정해지면 화재 리스크를 정량화할 수 있다.

화재 규모별 발생확률은 출화율과 출화 후의 연소확대 확률로 정해진다. 또한, 손해액은 소

손 면적을 우선 구하고, 건물의 구조체, 마무리, 설비에 주는 손해 정도를 고려해서 산출한다. 최종적으로 이것들을 조합해서 손해에 대한 일반 건물의 화재 리스크 함수를 산출한다.

가. 화재의 진행상황

정량화를 실행하기 위해서는 각종 다양한 화재상황을 정리해서, 그 상황의 발생확률과 그때의 손해상황을 정할 필요가 있다. 이것들은 화재의 진행상황에 좌우되지만, 본 기법은 초기소화—최성기화재—인접실로의 연소확대—분출화염에 의한 상층 연소 등의 진행상황별로 발생 확률과 손해의 크기를 정하고 있다.

나. 화재의 모델화와 손해액의 산출

구획화재 모델은 초기화재 단계에서 $Q=\alpha t^2$ (Q : 발열속도, α : 화재 성장 파라미터, t : 화원 모델 성장개시에서 경과시간)에 따르는 것으로 가정한다. 화재의 확대에는 동심원상의 연소확대 모델을 참고하고, 출화실의 화재속도 v_i 를 이용해서 소손 면적을 구한다.

$$A_R = \pi(Tv_i)^2$$

여기에 A_R : 소손 면적, T : 화재지속시간, v_i : 출화에서 소방대 방수개시까지의 연소확대 속도이다.

최성기화재 단계에서의 발열속도는 출화실의 가연물 양과 최성기화재시의 연소속도 및 개구부 인자에 따르는 것으로 가정한다. 최성기화재 후, 출화실에 있어서 지속시간은 구획의 내화시간까지로서, 출화층의 소손 면적은 실 단위로 소손 면적을 산출한다. 역시, 손해액은 건물 전체에 대한 구조체, 마무리, 설비의 가격 구성 비율과 소손 면적 비율에 기초하여 산출한다.

다. 리스크 함수의 산출

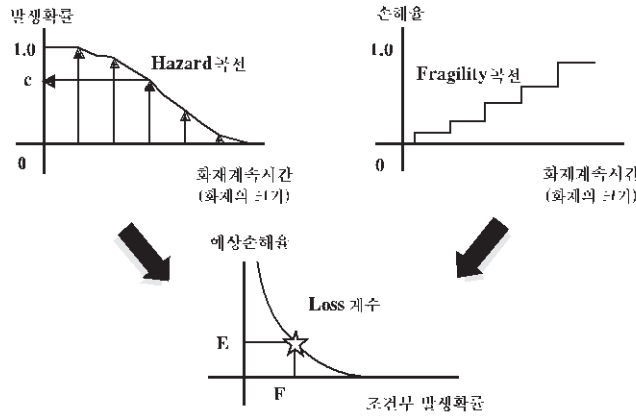
그림1은 화재 리스크 함수 산출 프로세스를 보여준다. 화재 규모는 화재지속시간으로 표시한다. 화재 발생확률은 출화율과 화재 규모별 발생확률 양쪽의 영향을 고려해서 구한다.

화재 리스크 함수는 출화점의 위치, 설비의

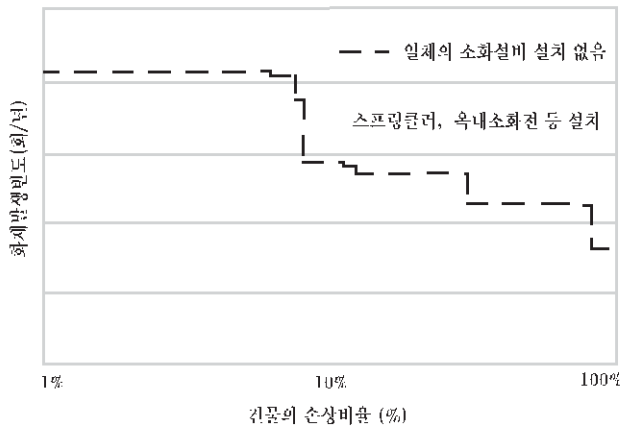
라. 리스크 함수

그림2는 일반적인 오피스빌딩에 대해서 본 기법을 적용한 경우로 도출된 리스크 함수의 예를 보여주고 있다.

여기에서는 스프링클러설비, 옥내소화전 등의 주요 소화설비가 설치되어 있는 경우와 어



[그림1. Hazard 관리와 리스크 관리]



[그림2. 발생원에서 영향까지]

유무, 공간의 형상, 유지관리도, 초동 대응의 신속도에 따라 다르다.

며한 것도 설치되어 있지 않은 경우 2개의 리스크 함수를 보여주고 있다. 예상손해비율이 높은 화재일수록 그 발생빈도는 작게 되지만, 이 경우 스프링클러 등의 소화설비가 설치되어

정량적 화재 리스크 평가기법의 개발

있는 경우가 설치되어 있지 않은 경우에 비해서 동일 예상손해비용에 대한 빈도는 작게 되고, 스프링클러 등의 소화설비를 설치한 경우에 리스크가 줄어드는 것을 알 수 있다.

4. 정량적 화재 리스크 평가기법의 적용상 문제

본 정량적 화재 리스크 평가기법은 일반 오피스빌딩에 대해 상대적인 화재 리스크 평가에는 적용이 가능하지만, 공장·플랜트시설 등의 화재 리스크 산출 및 리스크 양의 절대값 산출에는 여러 가지 문제가 있다. 그 문제에 대하여 기술한다.

가. 화재성상 Parameter

본 기법에서 사용되는 전체 파라미터에는 불확정 요소가 포함되어 되어 있지만, 실제 계산에는 평균적인 일정한 값을 가정하고 있다. 예를 들면, 오피스빌딩의 거실부분 화재하중의 경우, 과거의 연구성과보다 평균적인 값으로서 30kg/m^2 를 설정하는 등의 전제가 되어 있다. 그렇지만 실제 각 층 또는 거실마다 이것들의 값에는 차이가 있다. 또한, 화재성상 파라미터에 대해서도 가연물마다 차이가 있고, 이것들은 공장, 플랜트 등에서는 중요한 검토 과제가 된다.

나. 출화율

출화율을 설정하는 데는 큰 문제가 있다. 출화율을 설정하는 경우, 과거의 통계에서 평균적인 값을 설정할 수 밖에 없지만, 우선, 통계의 모집단으로서 실제 건물의 바닥면적, 용도의 차이 등 기초 데이터가 부족하기 때문에 신뢰성이 낮은 것은 어쩔 수가 없다. 정량적 화재

리스크 평가기법은 특정 물건 고유의 리스크를 산정하는 도구지만, 물건 고유의 출화율 자체 설정, 출화원으로 될 수 있는 인적 요인 및 기계전기설비의 유지관리 상황 등은 시시각각으로 변해서 엄밀한 설정은 불가능하다.

다. 화재성상

본 기법은 일반건물의 거실 등에 있어서 구획화재를 가정하고 있다. 그렇지만 현실의 화재사고 통계를 보면, 거실에서의 화재사례 이외에 전기실 화재가 대표되고 있으나, 유틸리티 지역에서의 화재사례 등도 요인으로 되고 있다. 또한, 공장의 경우는 거대공간 등에도 존재하여 적용상의 문제도 많다.

라. 기타

현행 화재보험에서는 화재(自火) 이외의 리스크, 예를 들면, 연소, 폭발, 풍재 및 낙뢰 등의 리스크 또는 화재시에 발생하는 임시 비용적인 성격의 비용류까지를 포함하게 되어 있다. 따라서, 본 기법에서 고려한 화재 시나리오에 대한 화재 리스크가 화재보험에 있어서 순수한 화재 리스크 부분에 해당되지는 않는다.

게다가 현행 기법은 간편하다고 하지만, 입력하는 파라미터는 100을 초과하기 때문에 실제로 이 기법을 이용한 해석을 하기 위해서는 도면 등에서의 데이터 입력 등에 많은 노력을 요구한다. 또한, 입력 데이터의 수집도 정확해야 되기 때문에 각 층마다 파라미터 설정을 위해서 상세한 데이터를 수집할 필요가 있다.

앞에서 본 것처럼 정량적 화재 리스크 평가 기법은 리스크의 상대적인 비교에는 이용할 수 있어도 리스크의 절대량을 산출하는 도구는 아니다. 활용에 앞서 기법 자체의 문제에 대해서

도 명확하게 해 둘 필요가 있다.

5. 활용대책

앞에서와 같이 정량적 화재 리스크 평가기법은 상대적인 화재 리스크 파악이 가능하다는 전제하에 구체적인 활용대책을 아래에 예시한다.

지금까지 동경해상리스크컨설팅(주)에서는 일반 오피스빌딩 등의 건물에 대해서 정성적 화재 리스크 평가기법을 정량적 기법으로 변환하는 일이 이루어졌다. 이것에 의해 현재 상태의 일반 건물(또는 설계단계의 건물)의 화재 리스크 크기를 계산해서 현재의 문제점을 개선한 경우에 어느 정도 리스크가 낮아지는가를 제시할 수 있다. 예를 들면, 스프링클러설비 설치후의 리스크의 변화와 설치 비용을 비교하는 일, 또한 칸막이의 내화성을 향상시키는 경우, 리스크 양의 저감효과와 비용상승의 관계가 따르는 등, 방재에 대한 투자효과를 수치로 제시할 수 있다는 장점이 크다.

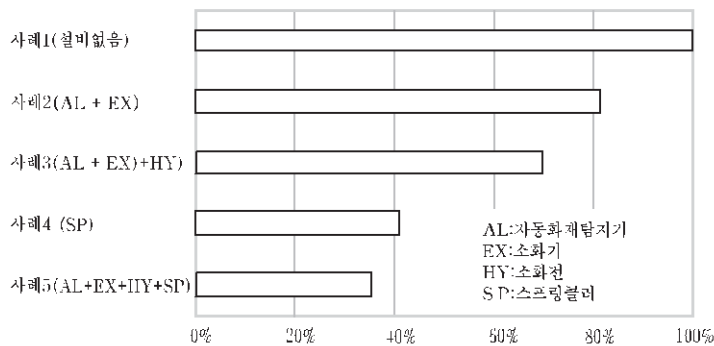
더구나, 최근에는 보험업계에서도 자유화가 진전되고, 일정 규모의 고객에 대한 화재보험 상품 중에는 방재설비의 개선 등을 제안하는 리스크 컨설팅서비스가 부가된 상품도 출시되고 있다.

6. 맺음말

현행 정량적 화재 리스크 평가기법의 내용, 적용범위, 활용대책 등에 대해 기술하였다. 실제 건물·시설에 본 기법을 적용하는 경우에는 여러 가지 문제가 내재되어 있기 때문에, 앞으로 각종 파라미터의 정비 및 모델의 간소화 등에 대해 계속해서 검토할 필요가 있다. 특히, 본 기법을 공장 등에 적용하는 경우는 연소확대 속도의 파라미터 등에 대한 화재실험이 적어지는 만큼 시뮬레이션 등에 의해 추정할 수밖에 없어 지속적인 검토가 필요하다. ㉞

— 火災(2001.6)

— 발췌: 위험관리센터 대리 유성기



[그림3. 폭로(暴露) 확률]