

危險會社의 危險評價技法 動向

1. 서론

위험은 보험성립의 대상이며 보험과 불가분의 관계이다. 즉, 위험이 없으면 보험도 없다고 한다. 보험은 그 역사가 오랜 만큼 그에 따른 정의도 많은 사람들에 의해서 복잡다단하게 내려지고 있다. 마찬가지로 위험에 대한 정의도 대단히 복잡하게 정의하고 있으나, 여기에서는 그러한 고답적인 정의보다는 간단히 '손해를 입게 될 가능성(Possibility of Loss)'쯤으로 알아두는 편이 훨씬 이 상을 이해하는데 편리하리라 생각된다.

보험사의 입장으로 볼 때, 보험회사는 위험을 담보로 그 대가를 받는 일종의 상업적 시설이라고 할 수 있을 것이다. 그러므로 보다 많은 이익을 실현하기 위해서는 위험에 대한 관리는 필수적이라고 할 수 있다. 여기에서는 Risk Financing 측면이 아닌 Risk Control에 있어서의 위험관리의 절차에 따라 보험인수라는 의사결정에서 중요한 개념인 EML에 대하여 지금까지 우리나라에 소개된 기법들을 간략하게 소개하고 장단점을 고찰해보고자 한다.

2. 위험관리의 절차

이해를 돕기 위해 위험관리 절차를 잠시 살펴본 후 위험평가방법에 대하여 알아보기로 하자.

위험관리는 경영상의 위험을 아래와 같은 일련의 단계를 밟아가며 가능한 한 적은 경비로 손실을 최소화해 나가는 하나의 경영기법이다. 위험관리의 절차는 일반적으로 다음과 같이 분류된다.

- (1) 위험의 발견
- (2) 위험의 분석 및 평가
- (3) 위험처리 수단의 선택

(4) 위험처리의 수행

(5) 결과의 검토

이 중에서도 Risk Control분야의 핵심은 위험을 심도 있게 찾아내는 일과 위험을 분석·평가하는 일이라고 생각되어 이 부분을 잠시 언급하고자 한다.

3. 위험의 발견

위험의 평가는 위험을 찾아내는 과정과 위험을 분석하는 2가지 과정으로 구분할 수 있다. 위험을 찾아내고 하는 것은 의심스런 곳이 있다면 재검토가 필요한 것과 같이 매우 단순한 작업이라 할 수 있다. 외부로 노출된 위험은 물론 잠재된 위험까지 가능한한 최선을 다하여 찾아내어야 한다.

초기에 위험을 찾아내기 위해서는 몇 가지 기법을 활용한다. 가장 일반적인 기법으로서는 체크리스트를 사용한다. 체크리스트는 재검토 과정에서 얻어지는 중요한 의문점을 단순히 요약한 것이라고 할 수 있다. 체크리스트의 커다란 단점은 체크리스트에 없는 item은 간과하기 쉽다는 것이다.

최근 위험이 많은 화학공장에서는 위험을 보다 조직적으로 찾아내는 기법으로 Hazop study 붐을 일으키고 있는데, 이 기법은 보다 조직적이고 체계적인 면에 있어서는 대단히 좋은 기법이다. 그럼에도 불구하고 이 기법의 수행에는 많은 시간이 소요되며 수행상의 복잡성이 내재되어 있으며 그렇다고 모든 위험이 찾아지는 것도 아니다. 오히려 오랜 경험과 장기간에 걸쳐 연구·보완된 체크리스트방식이 보다 효율적이지 않을까 생각된다.

잠재적인 위험을 심도 있게 찾아내어 이를 Feed Back시키기 위하여는:

- ① 많은 사고사례의 수집 및 분석
- ② 공정별 특성에 따른 위험 연구
- ③ 효과적인 위험발견 기법의 연구
- ④ 기초기술의 연구 등

이 필요하다.

4. 위험의 분석 및 평가

이 과정에서는 찾아낸 위험이 어떻게 하여 발생하였으며, 상대적으로 얼마나 큰 손실을 미치게 될 것인가를 조사한다. 또한, 위험이 얼마나 자주 발생할 수 있는가도 분석한다. 즉, 위험의 빈도와 심도를 산출하여 비교·분석한다. 이는 위험이라는 추상적 개념을 수치적 개념으로 그 형태를 바꾸어 표현함으로써 위험의 정도를 쉽게 이해하도록 하고 있다. 위험도는 위험의 빈도와 위험의 심도를 모두 고려한 형태로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{위험도} = \text{위험의 빈도} \times \text{위험의 심도}$$

일반적으로 이를 이용하는 목적에 따라 다르겠지만 보험회사에서는 빈도 보다는 심도를 보다 중요시한다. 위험의 빈도와 심도를 단순히 大, 小의 2가지로만 구분하여 위험도를 나타내어 그 중요도를 고려해 보면:

위험의 심도	위험의 빈도	위험도
大	大	①
大	小	②
小	大	③
小	小	④

5. 보험회사 위험평가 기법

가. EML(Estimated Maximum Loss)의 정의

어떤 주어진 Risk에 대한 최대추정손실액을 나타내는 용어로 여러가지가 있지만 그 중에서도 보험회사에서 가장 보편적으로 사용되는 용어는 PML(Probable Maximum Loss)이다. 이는 보험회사나 학자들에 따라서 표현하는 방식이 다르기는 하나, 그 의미는 대동소이하다. 외국의 보험회사에서 사용하는 용어를 소개하면 다음과 같다.

① Munich Re : "PML(Probable Maximum Loss)은 화재나 폭발시 위험특성과 보호수단을 감안하여 추정할 수 있는 최대손실이다."

② Swiss Re : "MPL(Maximum Probable Loss)은 진화활동이 전혀 이루어지지 않고 오직 자연진화될 때까지 발생할 수 있는 최대예상손실액이다."

③ Skandia Group : "EML은 언제나 Probable Maximum Loss를 의미하며 화재가 대화재로 진전되었을 때의 최대 손실이다."

④ R O A : "EML은 하나의 화재나 폭발의 결과로 하나의 위험에 대하여 Underwriter가 추정하는 보상액의 평가이다."

⑤ Sedgwick Group : "EML은 하나의 화재나 폭발에서 Hardware(건물의 구조, 위치 등), Software(유지관리, 교육 등) 및 소방시설에 의하여 평가된 최대예상손실이다."

⑥ F M : "MFL은 어떤 주어진 위험에 대하여 과거의 경험을 기초로 예견될 수 있는 보호대책에 대한 결함을 단일 화재로부터 예상될 수 있는 최대손실이다."

우리나라에서는 아직 이에 대한 정설은 없으나, 분회에서는 Risk Control을 주로한 위험관리 측면의 공학적 개념에 의해 보다 정확을 기하였다는 의미에서 Estimated Maximum Loss(EML)을 공칭용어로 사용하고 있다.

나. 위험분할

EML평가는 일반적으로 화재·폭발의 우려가 있는 공장 및 시설(석유정제, 화학 PLANT, 위험물 및 가연성가스저장탱크 등 주로 석유화학 공장)에 대하여 적용하며, 폭발성이 없는 공장 및 건물은 일반적으로 EML을 평가하지 않고 위험분할만으로 결정한다.

위험분할의 의미는 화재 등의 위험으로부터 한번의 손해를 입을 것으로 판단되는 물건의 범위(1위험)를 말하며, 대면건물과의 연소위험거리 등을 참작하여 결정한다.

국내에서는 폭발위험이 없는 경우에는 20M 이상 이격되어 있을 경우 위험을 분할(폭발위험이 있는 경우에는 50M 이상)하며, 위험분할의 요건을 충족하더라도 최대위험의 비율이 전 위험의 80% 이상이면 위험분할

을 하지 않도록 규정되어 있다.

그러나 이는 건물의 구조, 수용물의 가연성·폭발성 등을 고려하지 않고 지나치게 획일적으로 규정하여 비합리적인 면이 된다.

이에 비하여 외국의 경우를 잠시 살펴보면, 각 기관마다 다소 차이는 있으나 일반적으로 건물구조(예컨대, 외벽 및 지붕의 구조, 외벽의 개구율, 높이 등)등에 따라 위험분할을 하고 있으며, 특히 ROA에서는 옥의 PLANT(화학공장 등의)나 탱크저장소의 경우에는 대면거리 25M 이상(탱크저장소에는 최대용량의 110% 이상을 저장할 수 있는 방유제설치 포함)일 경우 별도 분할하는 것이 특이하다. NFPA의 경우에는 건물높이, 외벽 개구부의 비율, 내장재, 수용물품 등 연소위험에 영향을 주는 여러가지 요소들을 감안하여 연소위험거리를 산출하여 하나의 위험을 결정하고 있다.

여러가지 국내의 위험분할기준을 검토한 결과 NFPA 기준이 가장 효과적인 것으로 판단된다. 보고에서는 개괄적인 소개에 그치나 자세한 것은 별도로 소개할 계획이다. 이를 EML로 환산하여 응용하고자 할 경우에는 전건물의 재산가액에 대한 위험분할된 것 중 최대 위험 지역의 재산가액의 백분율로 계산한다.

다. Gretener 기법

본 기법은 스위스의 방화협회장이었던 M. Gretener 씨가 1960년부터 공장 및 대형위험건물에 대한 화재 위험도의 산술적인 평가가능성에 대한 연구를 시작하였다. 그 시안을 1973년 취리히에서 개최된 제4회 국제방화세미나에서 발표하여 많은 찬사를 받았었다. 그 기본 공식은 다음과 같다.

$$B = \frac{P}{M} = \frac{P}{N \cdot S \cdot F} = \frac{q \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f \cdot k}{N \cdot S \cdot F}$$

B : 화재위험 P : 잠복위험 M : 방호대책
 N : 기본대책 S : 특별대책 F : 내화도
 q : 화재하중 e : 가연가능성 g : 면적
 f : 연기위험 k : 부식위험

이 기법은 다음과 같은 과정을 거쳐 화재 위험도를 결정한다.

- ① 위험을 증가 또는 감소시키는 근본적인 요소의 결정
- ② 각 요소간의 상호 영향에 대한 성질상의 연구
- ③ 각 요소의 중요성 및 그들 상호 영향에 대한 중요성의 부여
- ④ 화재하중(건물형태 및 용도에 따른), 가장 많이 사용한 재료 및 제품의 화재시 특성과 기본자료의 결정

이 기법은 본 협회에서 건물화재 위험도의 타당성을 검토하고, 적합한 화재위험방호 대책수립을 위한 자료의 제공과 이재건물에 대한 위험도의 분석으로 화재위험도와 손해율과의 상관관계를 위한 보험자료로 활용코자 77년 450개동, 79년 6101개동, 81년 875개동에 대하여 시험적용한 바 있다.

그 시험적용 결과는 몇가지 점에서 문제점을 노출시켰다.

즉, ① 규정을 잘 준수한 건물을 전제로 평가하는 방식으로, 기준이하의 건물에 대하여는 평가가 부정확하고, ② 건물자체의 위험외에 인접건물 연소에 따른 위험이 배제되었으며, ③ 평점표에서의 평점이 위험에 따른 절대치가 아니어서 건물내 위험에 대한 상대적인 평점으로 평가자에 따라 심한 의견차를 노출시켰다.

당시 유럽에서도 이 기법은 평점배치에 공증방법이 미비한 점이 지적된 바 있어 일부 국가를 제외하고는 폭넓게 적용되지는 않고 있다.

원래 이 기법은 위험도 평가 방법으로서 직접적으로 EML평가에는 연결될 수 없는 기법이었다. 그러나, 본 협회에서는 약 3~4년간의 7300~7400건의 연구결과 EML로 활용할 수 있는 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

위험도	보유한도
1 미만	80% 이하
1 이상 2 미만	60% 이하
2 이상 3 미만	40% 이하
3 이상	20% 이하

그럼에도 불구하고, 이 기법은 보다 많은 Data의 확보와 다량 Data의 분석기술이 연결되면 상당히 좋은 기

법으로 발전할 수 있을 것이라고 금후의 숙제로서 미루어 두었던 기법이다. 이제는 Computer를 이용한 Utility로서 Data Base기법을 활용하여 재음미해 볼 때가 아닌가 생각된다.

라. Sedgwick 기법

이 기법은 영국의 보험 Broker인 Sedgwick Group에서 제안한 기법으로 폭발위험이 없는 화학공장 등에 적용하는 기법과 석유화학공장의 UVCE(자유공간증기운폭발)사고를 고려하여 적용하는 기법의 2가지 타입으로 구성되어 있다.

폭발성이 없는 공장에 적용하는 기법은 또다시 고위험 범주와 저위험 범주로 구분하여 적용한다. 고위험 범주는 화재하중이 높은 건물이나 화학공장을 말하며, 저위험 범주는 화재하중이 낮은 건물이나 가연물이 많지 않은 공장에 적용한다.

손상도 산정시 총재산 가액의 15%(고위험 범주일 때)는 기초 등 토목공사부분으로 산정에서 제외한다. 그 산정방식은 다음과 같다.

◇ 고 위험범주의 손상도=85%(전손)-(점수×1.5)%
 ◇ 저 위험범주의 손상도=50%(전손)-(점수×1.0)%

상기표에서의 점수는 다음 체크리스트상의 Factor에 의하여 부가된 평점의 합계를 말한다.

Factor	평 점	점 수 (각 Factor별 점수의 합계)
Hardware	×	
Software		
소화활동		
	}	

이러한 방식으로 산출된 손상도를 근거로하여 EML을 산출한다.

즉, $EML = 1\text{위험지역}(위험분할된\ 것중\ 최대의\ 위험\ 지역)\ of\ 보험금액 \times\ 손상도 / 총\ 보험금액 + 70억 / 100억 \times 53.5\%(손상도) = 37.45\% = 37\%(35\% \leq EML \leq 40\%)$

이 평가법의 개관을 소개하였으나, 이 평가법은 기법이 단순하여 평가가 용이하다는 장점이 있는 반면, 위험

을 고·저의 위험으로만 지나치게 획일화 하고 다양한 불확실성의 위험을 일률적 점수제로 평가함으로써 그 결과의 신뢰성에 많은 의문이 제기되고 있다. 필자의 견해로서는 Gretener법 보다 오히려 퇴보한 감이 있다.

Sedgwick기법의 장점은 다음의 폭발성이 매우 큰 석유화학공장의 UVCE 평가기법에 있다. 이 기법은 탱크나 배관중의 가스나 액체가 제한된 공간(室内)이 아닌 개방된 공간(자유공간)에서의 폭발을 평가하는 기법으로 석유화학공장에서 최악의 재해씨나리오인 UVCE를 가상하여 평가한다. 이 기법은 이미 본 협회에서 개발 배포한 Software인 EMLVer 1.0과 이론적 배경이 같다.

기법을 개괄적으로 소개하면,

- ① Hopkinson씨의 3승근 법칙을 이용하여 공정중에서 누출된 액체나 가스의 유출량을 TNT에 상당하는 에너지량으로 환산한다.
- ② TNT 폭발력과 그에 상당하는 거리를 각종 실험과 통계로부터 구해진 도표를 이용하여 폭발 반경을 구한다.
- ③ 이 폭발반경내의 재산가액을 평가한다.

즉, $EML = \{(\text{반경 } 70\text{m\ 이하\ 시설의\ 보험금액} \times 80\%) + (\text{반경 } 70\sim 150\text{m\ 이내\ 시설의\ 보험금액} \times 40\%)\} / \text{총\ 보험금액} \times 100\% = \{(53\text{억} \times 80\%) + (33\text{억} \times 40\%)\} / 100\text{억} \times 100\% = 55.5\% = 55\%$

이 기법은 기본적으로는 Bernoulli의 정리를 응용한 것이다. 따라서, 이 기법 전체의 흐름은 과학적 근거에 의한 유출량을 평가한 것이므로 비교적 신뢰성이 높다. 그러나, 폭발현상은 꼭 이론적인 것 만은 아니다. 왜냐하면, 폭발 당시의 여러가지 조건(기압, 온도, 조성 등)에 변화요인이 많고, 또한 시간적 변수도 작용하므로 이를 일일이 평가하여 정확히 반영하기란 참으로 어렵다. 그러나, 그러한 가운데에서도 혹 200~300%의 범위에서도 이를 평가할 수 있다면 그것은 대단한 행운이다.

마. Dow Index 기법

이 기법은 다국적 기업인 DOW Chemical사에서 개발한 기법이다. 최근 여러 경로를 통하여 이 기법의 내

용이 소개되고 있으나, 실제로는 아직까지 폭넓게 사용되고 있지는 않은 것 같다.

이 기법은 화학공정중의 여러가지 물품의 인화성, 유독성, 반응성의 3가지 관점에서 이들 물품의 활성화에너지를 1~40 단계로 분류하여 물질계수로 주고, 한편으로는 당해 기업(다국적 기업)에서 발생한 고장, 사고 등을 Data Base화 하여 이를 위험요인별로 수치화한 벌점(Penalty)을 부과하여 위험을 평가한다.

이 기법의 개괄적인 진행방법은 이미 여러곳에서 소개되어 있으므로 약하기로 한다.

EML평가 측면에서 이 기법의 특징은 재산손실의 평가도 가능하지만 企業休止에 따른 피해액의 산출이 가능하다는 점이다.

즉

$$\$BI(\text{혹은 FLOP}) = MPDO / 30 \times \$VPM \times 0.70$$

여기서 MPDO(Maximum Probable Days Outage)=실제 MPPD에 따른 조업중단일수
30=1개월

VPM=월간생산액(Value of Product Monthly)

0.70=고정비용+이익

그러나, 기업휴지 피해액 산출에 대한 유용성은 우리나라의 실정으로 볼 때 이 분야 Data Base가 전혀 되어 있지 않음으로써 아직은 시기 상조인 것 같다. 다만, 앞으로 이 분야에 많은 관심을 갖고 관련 Data를 꾸준히 비축하면 금후 이 기법의 활용도는 매우 높아지리라 생각된다.

또 한가지는, 이 기법은 DOW사의 크고 작은 고장이나 사고를 Data화 한 것이므로 이를 근거로 보험측면에서의 인수기법으로 권장하기에는 다소 무리가 따를 것으로 생각된다. 왜냐하면, 이 기법은 Data를 평균적 관점에서 정리한 것이므로 장기적으로 실손에 근접한다 하겠으나 단기적으로는 실제보다 EML이 적게 산출될 수 있다.

그밖에 이 기법의 특징은 다음과 같다.

- ① 평가항목이 세분되어 있어 평가자의 주관상 상당히 배제될 수 있다.
- ② 물질의 활성화 에너지를 Factor로 사용하여 신뢰성

이 높다.

③ 평가항목이 전문적이어서 많은 경험과 공정상의 지식을 요한다.

④ UVCE 기법보다 EML치가 상당히 낮은 결과를 보여준다. 즉, UVCE는 최대 피해의 관점이고 DOW Index는 평균피해의 관점이다.

마. CCPS 기법

이 기법은 미·화학공학회 부설 CCPS(Center for Chemical Process Safety)의 공정안전에 관한 이론을 본 협회에서 EML평가법으로 도입한 것이다.

이 기법의 이론적 배경은 근본적으로 앞에서 언급한 Sedgwick의 UVCE 평가기법과 같다. 다만, CCPS의 공정안전의 이론을 접하게 됨으로써 Sedgwick의 UVCE기법의 도입에서 일부 관계식의 오류가 있었던 것을 바로 잡을 수 있었으며, 아울러 相(Phase)에 따른 방출현상의 적용에 진일보를 이루었다.

이 기법은 화학공장의 위험을 수량화하여 인명 및 재산상의 손실을 예방하자는 안전적 측면에서 연구된 것이다. 이 기법의 내용을 간략히 소개하면 :

- ① Hazop Study에 의하여 위험을 찾아내고,
- ② 찾아진 위험을 FTA, ETA등의 기법을 통하여 사고를 분석하고,
- ③ 중대한 위험으로 분석되는 위험을 정량화한다.
 - 방출량의 계산(인화성 증기나 액체, 독성가스 등)
 - 기상 Data를 감안한 독성가스의 계산(공기중의 농도로)
- ④ 이에 따라 사고결과의 심각성을 재검토하여 System을 수정하고,
- ⑤ 이 수정된 System의 사고 발생빈도를 분석기법을 통하여 예측
- ⑥ 이 발생빈도와 계산된 사고결과(즉, 위험의 심도)를 취합하여 Risk를 평가
 - 즉, -개인의 위험
 - 사회적 위험
 - 개인 위험의 최대치, 평균사망률, 치명적 사고율 등의 결정
- ⑦ Risk를 줄이기 위해 System을 재수정한다.

이 기법을 이용하여 “화학공장의 EML 평가”라는 제목으로 CCPS연구중 정량화 부분만을 EML평가 자동화 프로그램으로 개발하여 93년도 본 협회 세미나에서 발표한 바 있다.

현재 미국에서는 화학공장의 유독물질 방출 정량화를 위한 자동계산 프로그램이 많이 소개되고 있으며, 이에 대한 성능검증연구도 활발하다.

6. 결 어

지금까지 보험회사에서 주로 활용 또는 연구해 왔던 위험평가방법을 EML측면에서 소개, 고찰하여 보았다. EML은 위험도와는 다르지만 근본적으로는 맥을 같이한다고 보여진다. EML분야에 관련된 이론은 얻기도 힘들거니와, 선진국에서는 EML산출방법의 노출을 고려하여 그 정확한 방법론의 도입이 어렵다. 또한, 설사 도입이 되었다 하더라도 그들 나름대로의 문화적 배경 아래 만들어진 것이므로 어떤 형태로든 검증이 없는 도

입은 비효율적일 수도 있다. 따라서, 우리의 사회적 환경과 문화적 배경아래 발생된 우리 고유의 사고패턴을 엿볼 수 있는 우리 고유의 사고 Data가 필요한 것이다.

예컨대, 우리나라 공장에서의 사고는 어떤 양상을 보이고 있으며, 어떤 실수나 고장이 사고로 발전했는지, 또 그에 대한 대응책은 어떠한고 그 효과는 분명한지 등을 우리의 사고패턴으로 보다 조직적인 정리가 필요한 것이다. 사고의 발생으로부터 손해사정, 보상, 그 후의 피해복구 단계까지도 모두가 체계적으로 분류되어 Data화 되어야 한다.

이는 산업현장에 있어서도 근본적으로는 마찬가지이다. 위험에 대한 예방과 대책으로서 안전과 보험은 서로 유기적으로 연결되어 조화를 이루어야 한다. 안전과 보험은 Data 의존형의 산업이다. 오늘의 경험을 잘 정리·보존함으로써 후임자나 후대의 사람들이 이 경험에 새롭게 접근하지 않고 이를 기반으로 새로운 경험을 축적하게 되는 것이다. 그렇게 함으로서 위험관리기술의 기반이 보다 폭넓고 탄탄하게 구축될 것이다. ㉞

화재보험 영문약관

- 영문약관의 종류
 - American Standard Fire Policy
 - Commercial Union Fire Policy
 - Korean Pacific Chemical Fire Policy
 - F.O.C(Fire Offices' Committee : Foreign)등
- 사용범위(사용제한)
 - 1증권당 보험가입금액이 미화 300만불을 초과하는 불건
 - 외국으로부터의 차관업체나 합작투자불건
 - 국내에 소재하는 외국인 소유 불건
- 영문약관 사용 계약의 특징
 - 동일구내 전체물건의 위험도를 감안, 단일요율 적용(소재지, 건물구조)
 - 함인·함증요율의 사전 적용(고층, 위험품, 공지거리, 소화설비)
 - 보험목적물의 선택가입 제한
 - 요율 개별구독(자유요율)
- ※ 요율 구득시 필요한 자료
 - 일반적인 고지사향(회사 일반현황)
 - 업체 주위사향(지형, 건물, 진입도로...)
 - 서비스시설 현황(전력, 냉난방, 급수...)
 - 사고방지 및 소방시설(자체, 인근소방서...)
 - 건물, 위험품 현황 및 배치
 - 작업공정 등