

화재 위험 지수

안 광 현
(인천지부 과장)

1. 머리말

화재위험지수법은 화재원인과 방화대책을 모델화하여 점수화한 것으로 상대적 화재위험을 간단하고도 신속하게 나타낼 수 있는 화재위험성 평가 기법중의 하나이다. 본 방법은 19세기부터 보험사의 요율산출법에서 기원한다. 그러나 본 방법은 최근 10년 동안 여러 가지 분석적인 방법을 통하여 발전하고 있다.

화재 위험 지수법의 목적은 어떤 결정을 내리는데 유용한 정보를 제공하는데 있다. 본 방법은 일반적으로 비교적 쉽게 적용할 수 있는 유용한 기법이지만 항목선택과 선택된 항목사이의 상관관계의 모호성 때문에 타당성이 결여되는 단점이 있다. 또한 다른 분석기법처럼 화재위험지수기법은 그 자체의 한계성이 있으므로 무비판적으로 사용해서는 안된다. 그러나 본 방법을 일관성 있고, 투명하게 적용하면 신뢰성 있는 결과를 도출할 수 있다. 본 방법을 사용할 경우 체계적으로 접근하여야 하고 관련 기술 사항을 모두 포함, 적용하여 모든 관계자에게 납득이 되도록 하여야 한다. 또한 본 방법은 위험관리를 수행하는데 있어서 어떤 결정적 역할을 하면서도 위험 평가 과정을 잘 모르는 관리자에게 유용할 수 있다. 왜냐하면 화재 위험 지수법은 의사결정권자에게 기본 화재 위험 평가 원리를 간단히 수치로 나타내어 문제 전반을 통찰할 수 있는 수단을 제공하고 의사결정시 결정에 필요한 명백한 근거와 자기방어적 근거를 제공하기 때문이다.

일반적으로 화재 위험 지수산정 방법은 전문가의 판단과 과거 경험에 기초하여 선택된 항목에 값을 매기게 된다. 선택된 항목은 화재안전의 긍정적인 요소와 부정적인 요소 모두를 포함하며 수식을 조합함으로써 배당된 값에 영향을 미쳐 하나의 수치로 나타나게 된다.

일반적으로 화재위험지수법은

$$X = \text{화재위험지수}$$

$$Y = \text{화재위험의 원인이나 확대시키는 요인의 지수}$$

$$Z = \text{화재위험의 경감이나 화재안전대책의 지수}$$

로 나타낸 다음 $X=Y-Z$ 이나 $X=Y/Z$ 으로 표시한다.

각 요소의 점수는 전문가의 판단이나 실제 경험, 통계 자료, 기존 기준에 적합한지의 여부를 판단하여 배당한다. 보험사의 요율 시스템에서는, 점수에 따라 보험료가 할증이 되기도 하고 할인이 되기도 하지만, 총체적인 접근방법으로 보험사의 이익이 창출되도록 하여 보험사의 파산을 방지하게 된다.

2. 화재위험지수법의 예

화재위험지수법은 그 자체에 수많은 변수가 있고 또한 한정된 정보나 재원으로 수많은 위험을 실제적으로 평가하면서 발달하여 왔기 때문에 수만가지의 예가 있을 수 있지만 문헌에 소개되는 대표적인 예를 몇가지 소개한다.

가. 보험요율

위험분석의 목적은 위험관리의 과정을 용이하게 하는데 있다. 위험관리의 가장 기본적인 방법중의

하나는 보험으로 위험을 전가시키는 것이다. 위험을 인수하기 위해서는 위험을 보험계의 특정 가격 체계에 수학적 원리를 적용하여 보험수리적 방법으로 평가하게 된다.

미국에서의 화재보험요율은 크게 두가지 형태, 즉 등급요율(class rate)과 특정 요율(specific rate)로 나누어진다.

등급요율은 정해진 등급내의 모든 건물에 적용되며 특히 주택요율이 이에 해당된다. 등급요율수정은 정해진 등급내의 모든 건물에 적용되며 과거의 손해경험을 기초로 결정된다.

등급요율이 적용되지 않는 경우는 상대적 크기의 화재위험에 의한 특정요율로 적용된다. 이것은 요율산출 명세표, 즉 스케줄 요율 방식으로 알려졌는데 주로 공장, 일반건물 등에서 적용된다. 요율산출 명세표는 할인, 할증 규정에 의하여 요율을 산출하기 때문에 어떻게 개선하면 요율을 낮출 수 있는가를 피보험자에게 쉽게 이해할 수 있도록 되어 있다. 이 스케줄 요율 방식은 요율서 분류에 위험의 표준크기를 정하고 피보험물건의 위험도는 이 표준에 따라 측정하며 요율성의 분류요율을 규정에 의거 할증, 할인으로 조정하여 적용한다. 스케줄 요율은 위험도에 따른 할인, 할증을 결정하는데 있어 전문가의 견해가 필요하며 통계적인 손해경험에 근거를 두는 것이 아니라 경험 있는 엔지니어와 언더라이터들의 판단에 따라 결정된다. 스케줄 요율방식은 위험크기에 대한 정확한 평가가 가능하여야 하며 따라서 요율평가를 위한 상세한 요소들이 적절히 정해져 있어야 한다.

대표적인 예로는 Dean Schedule과 ISO(Insurance Service Office)의 Commercial Fire Rating Schedule이 있는데 ISO Schedule방식을 소개한다.

나. ISO(Insurance Service Office)의 화재보험요율산정

ISO는 전국적으로 통일된 요율을 산출하기 위해서 Commercial Fire Rating Schedule이라고 하는 새로운 화재보험요율표를 작성하게 되었다. ISO는 화재보험요율산출에 새로운 개념을 도입하

였다. 즉 종전에는 요율이 금액이나 비율로 표시되었으나 CFRS는 요율산출표에 의해서 점수로 나타내고 있다. 이 점수는 최종단계에서 달러나 센트로 환산된다.

(1) 기본요율

CFRS의 기본요율은 50점의 기본요율을 채택하고 있다. 기본점수를 포함하여 각 점수를 합산한 점수를 요율계산의 최종 단계에서 건물환산계수를 곱하면 적용요율이 산출된다. 환산계수는 도시등급, 건물구조등급 및 수용물품등급에 따라 0.35에서 7.00까지 약 350개의 건물환산계수가 있으며, 결과적으로 약 350개의 기본요율이 있게 된다.

(2) 기본건축할증

기본건축할증도 기본요율(점수)과 마찬가지로 점수부과제이다. 예를 들면, 두께 6인치(15cm) 이하의 벽에 대한 할증점수는 20점이며, 6인치(15cm) 이상인 경우는 할증이 없다. 기타 석조벽으로써 결합이 있는 것은 60점까지 할증이 된다.

(가) 벽체할증 : 외벽을 중심으로 부과한다. 벽체 재료와 두께, 벽체형태에 따라 점수를 부과한다.

① 조적조 ② 내화조 ③ 조적조 및 내화조 복합구조 ④ 불연구조 ⑤ 가연구조

(나) 바닥 및 지붕할증 : 내화등급과 손상도에 따라 점수를 부과한다.

① 불연구조 및 난연구조 ② 가연구조 ③ 조적조 및 내화구조

(3) 수용동산 연소계수

기본점수 및 기본건축할증점수를 합한 기본건물 등급점수를 다시 수용물의 연소도에 따른 계수를 곱하여 기본건물등급점수를 산출한다. 이 계수는 ① 건물수용물의 연소등급 ② 결합총점수에 따른 건물계수로서 약 30개로 구분되어 있다.

(4) 제2차 건축구조할증

제2차 건축구조할증은 기본건물등급(점수)에 대한 비율(%)로 표시된다. 제2차 건축구조결합 할증에는 바닥의 개구부 유무, 면적, 높이, 지붕 표면, 가연성 내장재 및 관리상태가 포함되며 1,000%까지 할증을 부과할 수 있다.

(5) 용도할증

용도할증은 기본건축등급에 대한 비율(%)로 부과하도록 되어 있다. 예를 들면, 제빙건물에는 25%, 정유용 물건에는 300%의 용도할증을 부과하며 특별한 위험이 있는 용도에 대해서도 할증을 부과하도록 규정하고 있다. CFRS에서 용도(직업)는 크게 비제조업, 제조업 및 특별위험으로 분류되며 정해진 code를 적용한다.

(6) 연소위험할증

연소위험할증은 위험구획별로 적용하며 화재에 방등급 적용전의 기본건물등급에 순용도할증과 구조비율할증을 더한 후 추가 합산된다. 연소위험할증은 연소위험이 있는 건물의 전면 벽체구조, 건물의 용도별 위험, 연소위험 전면 벽체의 길이 및 높이, 연소위험거리, 방화등급(도시등급) 등 제조조건에 따라 적용된다. 따라서 연소위험 조건표는 효율산출대상물의 벽과 지붕에 연소위험건물의 지붕 및 벽으로부터의 발화 또는 복사위험을 평가한 것이다.

(7) 화재예방등급

연소위험할증합산 후의 건물 점수에 대한 건물 등급 총점수를 산출하기 위하여 화재예방 계수를 곱하게 된다. 동계수는 효율산출표에 정하고 있으며 ① 물건의 소재지 ② 건축구조 ③ 공공소방시설에 따라 0.26에서 1.1까지 차이를 두고 있다.

화재예방등급 기준은 다음과 같다.

(가) 소화전이 1,000ft(약 300m) 이내에 있는 소방서가 5마일(약 8km) 이내에 있는 건물에는 FRSR에 따라 결정된 예방등급을 적용한다.

(나) 소화전이 1,000ft(약 300m) 밖에 있으나 소방서가 5마일(약 8km) 이내에 있는 경우에는 9등급을 적용한다.

(다) 자체소방설비를 설치하고 있거나 공공소방 시설과 자체소방설비가 병설된 경우에는 FRSR에 따라 결정된 예방등급을 적용한다.

(라) 예방등급 10은 상기 가, 나, 다 이외의 모든 건물에 적용한다.

(8) 소방설비할인

이 할인은 화재예방등급계수적용 후의 총건물등

급에 적용되며 이것이 최종건물등급점수가 된다. 할인은 건물등급총점수에 대한 비율(%)로 적용하고 있으며 할인대상설비는 다음과 같다.

(가) 초기소화설비 : 소화기, 소화전

(나) 방화순찰

(다) 자동화재탐지설비

(라) 부분 또는 보조 표준 스프링클러 시스템

(마) 물분부 등 소화설비 : 할론, 이산화탄소, 고팽창포 등의 소화설비에 대한 할인 규정

(바) 표준 스프링클러설비

(9) 건물환산계수

최종 건물등급점수는 동점수를 1,000으로 나누고 80% coinsurance 건물화재보험요율을 산출하기 위해 건물환산계수를 건물구조, 공공소방시설, 용도에 따라 0.26에서 7.0까지 곱한다.

ISO의 상업용 건물화재보험요율 산출에

| | |
|--------------------------|----------------|
| (가) 기본 점수 : | 50점 |
| (나) 기본건물할증 : 6인치 타일벽 | 60점 |
| 벽의 가연성 세공 | 20점 |
| 가연성 바닥 및 지붕 | 290점 |
| 수정전 기본건물등급점수 | 420점 |
| (다) 수용동산 연소계수 | × 1.1 |
| | <hr/> 462점 |
| (라) 제2차 건축구조할증 : | |
| 면적 - 높이 | 33% |
| 가연성 지붕규모 | <hr/> 10% |
| | 43% |
| (마) 용도할증 | 50% |
| 연소위험할증전 건물점수 | <hr/> 892점 |
| (바) 연소위험할증 | 70점 |
| 연소위험할증후 건물점수 | <hr/> 962점 |
| (사) 화재예방등급계수 | × 0.500 |
| 건물등급총점수 | <hr/> 481점 |
| (아) 자체소방설비할인 : 소방설비 3% | - 14점 |
| 경비원 7% | - 34점 |
| 최종건물등급점수 | <hr/> 433점 |
| (자) 1,000으로 나눔 | 0.433 |
| (차) 건물환산계수 | × 1.02 |
| (카) 80% coinsurance 건물요율 | <hr/> \$ 0.442 |

다. Gretener 화재위험도(Gretener Method)

Gretener 화재 위험 평가방법은 1960년 스위스 방화협회의 Gretener씨에 의해 개발된 건물에 대한 화재위험도를 평가하는 방법이다. 본 방법은 과거 손실율을 기초로 하여 통계적 방법으로 건물의 상대적 화재위험을 평가하는 방법이다.

본 방법은 화재 위험 크기(빈도×심도)를 방호 대책으로 나눔으로써 정량화한 것이다.

$$\text{화재위험}(R) = \frac{\text{잠재위험}(P) \cdot \text{활성화위험}(A)}{\text{기본대책}(N) \cdot \text{특별대책}(S) \cdot \text{건물내화도}(F)}$$

P=잠재위험(화재하중, 연소속도, 연기위험, 고정화재하중, 부식위험, 층높이, 방화구획의 크기와 형태)

A=활성화위험[발화위험 및 방화관리](발화위험, 정리정돈, 방화체크, 비상계획, 건물내부구조 복잡성)

N=기본대책(소화기, 소화전, 소화수, 건물과 소화전 거리, 방화교육)

S=특별대책(자동화재탐지설비 및 경보전달, 소방대 능력 및 소방대 출동시간, 자동식 소화설비, 배연구)

F=내화대책(주요구조부, 외벽 및 창문높이, 바닥 및 개구부방호, 구획수)

화재위험(R)은 각 위험요소와 대책항목을 상호 곱하고 나누어서 산출한다. 건물의 상대적인 화재위험도 비교를 위해 기본대책 완비(N), 특별대책 전무(S), 기본 내화도(F), 잠재위험(P) 및 활성화위험(A)을 갖는 표준건물을 선정하면 기본 화재위험(R)은 $1.2 \leq R \leq 1.4$ 가 된다. 즉 기본요소내의 소항목(예, 소화기, 소화전 등...)을 계수화하여 점수를 배당하고 소항목값끼리 곱하여 기본요소값을 산출, 상기의 기본공식에 대입하여 계산하면 1.3 전후의 값으로 나타나고 이값을 표준위험으로 정하여 위험을 평가한다. 표준위험 1.3을 중심으로 $1.2 > R$: 낮은 위험, $1.2 \leq R \leq 1.4$: 표준위험, $1.4 < R \leq 3$: 약간 높은 위험, $3 < R \leq 5$: 높은 위험, $R > 5$: 매우 높은 위험으로 평가한

다. Gretener 방법의 장점은 방화구획을 중심으로 화재확대에 따른 건물의 피해에 초점을 맞춘 방법이다. 따라서 보험자에게 알맞는 방법이다. 그러나 각 항목의 가중배점은 통계자료에 의하고 있어 이것을 사용하려면 국내통계자료와 본 방법을 적용한 경험 및 누적된 자료가 있어야 어느정도 정확성을 가질 수 있다.

라. DOW'S F&EI(Fire and Explosion Index)

본 방법은 DOW Chemical사에서 공정시설에 대한 손실가능성을 상대적으로 등급화 할 목적으로 개발하였다. 이 방법은 화학공정중의 여러 가지 물품의 인화성, 유독성, 반응성의 3가지 관점에서 이들 물품의 활성화에너지를 1~40단계로 분류하여 물질계수로 주고, 한편으로는 DOW사에서 발생한 고장, 사고 등을 Data Base화 하여 이를 위험요인별로 수치화한 벌점(Penalty)을 부과하여 위험을 평가한다. DOW Index의 진행절차를 표시하면 다음과 같다.

- (1) 공정 선정
- (2) 물질계수선정(MF)
- (3) 일반위험공정계수 산정(F1)
- (4) 특수위험공정계수 산정(F2)
- (5) 단위공정위험지수 산정(F3)
- (6) 화재·폭발지수 산정(F&EI)
- (7) 손실방지 신뢰계수 산정(C)
 - 공정관리 · 물질차단 · 방화조치
- (8) 단위손실지수 산정(D)
- (9) 사고시 노출반경(ft) 산정
- (10) 노출지역 자산가치(\$) 산정
- (11) 기본예상 최대손실액(Base MPPD) 산정
- (12) 실제예상 최대손실(Actual MPPD) 산정
- (13) 예상최대 조업중단 일수(MPDO) 산정
- (14) 기업휴지(BI)손실 산정

본 방법에서는 6번째항 화재·폭발지수(F&EI)를 구하는 과정이 본 방법의 핵심이다. F&EI는 단위공정위험 지수 산정(F3)×물질계수선정(MF)으로 구하는데 F3는 위험의 빈도, MF는 위험의 심도라고 할 수 있다. 따라서 F&EI는 수치에 따라 위험도를 구분할 수 있는데 일반적인 위험도를

구분하면 다음과 같다.

$1 \leq F \& EI \leq 60$: 경미, $61 \leq F \& EI \leq 96$: 약간 위험, $97 \leq F \& EI \leq 127$: 위험, $128 \leq F \& EI \leq 158$: 대단히 위험, 159 이상 : 심각한 위험 상태

F&EI를 구하는 과정이 본 방법의 핵심이기는 하나 목적은 아니다. 즉 F&EI는 공장에서 하나의 사고로 발생하는 손실을 추정 평가하는데 사용된다. 위험지수(F&EI)를 산정한 다음 예방대책인 손실방지신뢰계수를 구하여 곱함으로써 실제 예상최대손실을 계산하게 된다. 8~14항목은 손실의 산정, 평가하는 과정으로 본 방법의 목적에 해당된다. 본 방법은 각 공정지역에 잠재되어 있는 손실요인을 엔지니어에게 정량적으로 제시하여 손실예방대책을 세울 수 있도록 하는데 도움을 줄 수 있는 훌륭한 방법이다. 다만, 다른 방법과 마찬가지로 본 방법을 적용할 경우 공정을 잘 아는 공정전문가의 정밀한 감각과 노련한 판단력이 요구된다.

마. Mond 화재, 폭발 및 독성 지수(Mond Fire, Explosion, and Toxicity Index)

본 방법은 다국적 화학회사인 ICI사에서 개발한 방법으로 새로운 플랜트를 건설할 때 적용할 경우 유용한 방법이다. ICI사는 Dow Index가 초기 설계단계에서 플랜트의 잠재위험을 평가하는데 적용될 수 있다는 것을 알았다. ICI사는 Dow Index를 적용한 결과 새로운 플랜트를 설계하는데 여러 가지 방향에서 이 방법을 수정, 확장할 필요성을 느꼈다. 결과적으로 Mond 화재, 폭발 및 독성 지수를 개발하여 ICI의 새로운 공장건설에 적용하였다. Mond법의 주요한 점은 전체적인 위험을 경감시키기 위해 완벽한 설계, 훌륭한 관리 상태, 기타 예방대책을 고려하였다는 점이다. 또한 본 기법의 중요한 점은 공정가동전에 적절한 조사가 이루어지도록 하여 계획단계에서 잠재위험에 관한 의문사항들을 제기하도록 하는 점에 있다. 초기 계획단계에서 위험에 대한 대책을 세움으로써 계획이 진행됨에 따라 적절한 대책을 선택할 수 있도록 한다. 초기에 위험을 평가함으로써 제안서를 승인받는데 발생할 수 있는 문제를 사전에 해결할

수 있는 장점이 있고 혹시 모르고 지나쳐 버린 문제들을 해결할 수 있는 장점도 있다.

바. 기타 방법

기타의 방법으로는 NFPA에서 개발한 화재안전평가시스템(Fire Safety Evaluation System, FSES)이 있는데 이것은 피난 등 인명안전대책에 중점을 둔 방법이다. 국내에서는 서울산업대에서 개발한 KFSA I, 국내 화재보험에 적용중인 우량할인율제도와 한국화재보험협회에서 화재안전점검보고서를 토대로 개발하여 사용중인 화재위험도지수법이 있다.

3. 맺는 말

화재위험지수법은 위험을 화재과학적으로 분석, 평가, 객관화하여 위험을 잘 모르는 제3자에게 수치로 제시하여 의사결정을 하도록 도움을 줄 수 있는 좋은 방법이다. 본 방법은 원래 화재보험사의 화재보험 요율산정방법에서 비롯된 것으로 보험사의 요율산정과 언더라이터의 위험 인수 여부 기준을 제공해 줄 수 있는 방법이다. 보험요율 자유화시대에 각 보험사에서 각자 고유의 요율을 결정할 경우 본 방법을 적절히 사용한다면 요율결정의 타당한 근거를 마련할 수 있다. 또한, 건물 소유자나 공장측에서는 자신의 건물이나 공장이 어느 정도의 위험상태에 있는가를 객관적으로 확인하여 위험요소를 개선하는데 본 방법을 사용할 수도 있고 정책결정자는 본 자료를 사용하여 화재에 관련된 정책을 결정하는데 활용할 수도 있다.

그러나 화재위험지수법은 그 자체의 한계성이 있기 때문에 무비판적으로 사용할 경우 좋지 못한 결과를 얻을 수도 있다. 그러므로 개발된 각 화재위험지수법이 객관적 타당성이 있는지는 실제 화재 상황을 반영하여 검증하여야 하고 또한 화재실험이나 실제 화재에서 얻어진 데이터를 사용하여 개발하였는지를 검토할 필요가 있다. 결론적으로 현재 수많은 화재위험지수법이 개발, 사용되고 있기 때문에 자신의 조건에 적합한 방법을 찾아 적용하여야 만이 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있다.