

FREM기법에 의한 특수건물 화재위험도 평가

1. 머리말

건물 내에 잠재되어 있는 화재위험을 평가하기 위한 수학적모델은 크게 두 가지로 분류된다. 논리수 및 점수표(logic trees and point schemes) 방식이 그것으로 논리수방식은 복잡하고 특수한 상황 즉 숙달된 전문가의 지원이 필요하며, 점수표 방식은 보다 일반적인 상황 즉 기존의 절차들이 어느 정도 유사한 경우에 잘 적용된다.

점수표방식에 의한 화재위험도평가 방법으로 널리 알려진 스위스의 Gretener방식을 사용자가 이용하기 편리하게 컴퓨터 프로그램으로 개량한 것이 FREM(Fire Risk Evaluation Model)이다.

금번 협회에서는 FREM기법을 도입하여 특수건물¹⁾에 적용, 화재위험도평가를 실시하였다. 여기에 동 기법과 이 기법에 의한 특수건물 화재위험도평가 결과를 소개한다.

2. FREM 기법

가. FREM의 개요

FREM은 1970년대 스위스에서 개발되어 현재 유럽에서 화재위험평가 도구로 널리 사용되고 있는, 점수표방식에 기초한 Gretener방식을 호주의 위험

관리컨설팅사인 Gallagher Bassett사에서 개량하여 컴퓨터 프로그램으로 만든 것으로 건물 내의 화재위험과 방호대책을 비교하여 화재위험도를 지수로 나타낸다.

나. FREM의 화재위험도평가 방법

(1) 화재위험도 산정

건물 내의 발화위험, 화재하중, 연소속도, 연기위험, 부식위험, 건물형태 등의 요소를 가산하여 화재위험을 산정하고, 이를 기본대책, 특별대책, 내화대책의 방호대책으로 상쇄하여 실제 화재위험도를 산정한다.

$$\text{화재위험도(R)} = \frac{\text{잠재위험}}{\text{방호대책}} = \frac{\text{잠재위험(P)} \times \text{활성위험(A)}}{\text{기본대책(N)} \times \text{특별대책(S)} \times \text{내화대책(F)}$$

■ 잠재위험(P) = q × c × f × k × i × e × g

q = 수용품의 화재하중 점수(0.6-2.5)

c = 수용품의 연소속도 점수(1.0-1.4)

f = 수용품의 연기위험 점수(1.0-1.2)

k = 수용품의 부식위험 점수(1.0-1.2)

i = 건물의 화재하중 점수(1.0-1.3)

e = 건물의 층·높이 점수(1.0-3.2)

g = 방화구획의 크기·형태 등 점수(0.75-5.0)

■ 활성위험(A) = ① × ② × ③

1) “화재로 인한 재해보상과 보험가입에 관한 법률”에 의하여 보험가입이 의무화되어 있고, 협회에서 1년에 한 번 안전점검을 실시하는 전국에 소재한 일정 규모 이상의 국유건물·학원·병원·호텔·공연장·방송시설·시장 및 도매센터·유흥주점·학교·16층 이상의 아파트·11층 이상의 건물

- ①=수용품의 발화위험 점수(0.85-1.8)
- ②=건물의 정리·정돈 점수(1.0-1.4)
- ③=방화점검, 비상대응계획과 훈련, 건물복합성 점수(1.0-1.44)
- 기본대책(N)=①×②×③×④×⑤×⑥×⑦
- ①=호스릴과 수동식소화기 점수(0.9-1.0)
- ②=소화전 점수(0.8-1.0)
- ③=소화용수 공급 신뢰성 점수(0.8-1.0)

- ④=소화용수 공급 압력 점수(0.8-1.0)
- ⑤=소화용수 공급 유량 점수(0.6-1.0)
- ⑥=옥외소화전과 건물간의 거리 점수(0.9-1.0)
- ⑦=소방훈련 점수(0.8-1.0)
- 특별대책(S)=①×②×③×④
- ①=화재감지와 소방서 통보방법 점수(1.0-1.74)
- ②=자체소방대, 공공소방대, 소방대 도착시간 점수(0.6-1.9)

[표 1] 화재위험도평가 항목

잠재 위험: ()	기본 대책: ()
화재하중(MJ/m ²): 연소속도: <input type="checkbox"/> 매우 빠름 <input type="checkbox"/> 빠름 <input type="checkbox"/> 약간 빠름 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 느림 <input type="checkbox"/> 아주 느림 연기위험: <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 약간 높음 <input type="checkbox"/> 보통 부식위험: <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 약간 높음 <input type="checkbox"/> 보통 주요구조부: <input type="checkbox"/> 불연구조 <input type="checkbox"/> 복합구조(가연 및 불연) <input type="checkbox"/> 가연구조 외벽: <input type="checkbox"/> 불연구조 <input type="checkbox"/> 복합구조(가연 및 불연) <input type="checkbox"/> 가연구조 층수: <input type="checkbox"/> 다층 <input type="checkbox"/> 단층 유효높이(m): 방화구획 면적(m ²): 방화구획 형태: <input type="checkbox"/> 1:1 <input type="checkbox"/> 1:2 <input type="checkbox"/> 1:3 <input type="checkbox"/> 1:4 <input type="checkbox"/> 1:5 <input type="checkbox"/> 1:6 <input type="checkbox"/> 1:7 <input type="checkbox"/> 1:8 지하층: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 외부창문: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 최고층 높이: <input type="checkbox"/> 25m 이상 <input type="checkbox"/> 25m 미만	소화기: <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 부적정 소화전: <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 부적정 소화수 공급 신뢰도: <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 부적정 소화수 공급 압력: <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 부적정 소화수 공급 유량: <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 부적정 건물과 옥외소화전 거리: m 방화교육: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음
	특별 대책: ()
	자동화재탐지설비: <input type="checkbox"/> 연기 감지기 <input type="checkbox"/> 열 감지기 <input type="checkbox"/> 스프링클러 <input type="checkbox"/> 감시인 <input type="checkbox"/> 없음 정보 전달: <input type="checkbox"/> 감시됨 <input type="checkbox"/> 감시 안됨 <input type="checkbox"/> 전화 <input type="checkbox"/> 없음 <input type="checkbox"/> 해당 없음 자체소방대: <input type="checkbox"/> 24시간근무 <input type="checkbox"/> 교대 <input type="checkbox"/> 없음 소방대 능력: <input type="checkbox"/> 전문소방대 <input type="checkbox"/> 자위소방대(도시) <input type="checkbox"/> 자위소방대(농촌) 소방대 출동시간(min): 자동식 소화설비: <input type="checkbox"/> 스프링클러 <input type="checkbox"/> 일체개방형SP <input type="checkbox"/> 가스계 <input type="checkbox"/> 포 <input type="checkbox"/> 분발 <input type="checkbox"/> 미설치 열 및 연기 배연구: <input type="checkbox"/> 설치 <input type="checkbox"/> 미설치
내화 대책: ()	발화위험 및 방화관리: ()
주요구조부(내화도): <input type="checkbox"/> 1.5시간 초과 <input type="checkbox"/> 1.5시간 <input type="checkbox"/> 1시간 <input type="checkbox"/> 30분 <input type="checkbox"/> 30분 미만 외벽(내화도): <input type="checkbox"/> 1.5시간 초과 <input type="checkbox"/> 1.5시간 <input type="checkbox"/> 1시간 <input type="checkbox"/> 30분 <input type="checkbox"/> 30분미만 창문(층높이의 2/3초과): <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 방화구획 내 층수: 개구부방호됨: <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 바닥(내화도): <input type="checkbox"/> 1.5시간 초과 <input type="checkbox"/> 1.5시간 <input type="checkbox"/> 1시간 <input type="checkbox"/> 30분 <input type="checkbox"/> 30분 미만 <input type="checkbox"/> 해당 없음	발화위험 및 방화관리:() 발화위험: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 약간 높음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 매우 높음 정리정돈: <input type="checkbox"/> 양호 <input type="checkbox"/> 적정 <input type="checkbox"/> 불량 방화점검: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 비상계획 및 훈련: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 건물 복잡성: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 높음

- ③ = 자동소화설비 점수(1.0-2.0)
- ④ = 연기 및 열기제어설비 점수(1.0-1.2)
- 내화대책(F) = ① × ② × ③
- ① = 주요구조부의 내화 점수(1.0-1.3)
- ② = 외벽의 내화 및 창문크기 점수(1.0-1.15)
- ③ = 방화구획 내 층수, 바닥내화도, 바닥개구부 방호 점수(1.0-1.15)

(2) 화재위험도평가 항목

FREM의 화재위험도평가 항목은 표 1과 같으며, 각 항목의 질문에 대한 답을 선택함으로써 FREM은 화재위험도를 자동으로 산출하여 지수로 나타낸다.

또한 FREM은 평가항목 중 건물 내 수용품에 의한 화재하중, 연소속도, 연기위험, 부식위험 및 발화위험에 대한 표준값을 별도로 제시하고 있으며, 통계적 또는 실험에 의한 자료가 정립되어 있지 않은 경우에는 이 값을 사용하도록 하고 있다.

(3) 화재위험도 등급

상기 방법으로 산출된 화재위험도는 표 2와 같이 5종류의 위험등급으로 구분된다.

[표 2] 화재위험도 등급

화재위험도(R)	위험도 등급
$R < 1.2$	낮은 위험
$1.2 \leq R \leq 1.4$	보통 위험
$1.4 < R \leq 3$	약간 높은 위험
$3 < R \leq 5$	높은 위험
$5 < R$	매우 높은 위험

3. 특수건물 화재위험도평가

가. 평가대상

11대 도시에 소재한 특수건물 총 7,364건('98. 6. 30 기준) 중 약 10%인 700건을 평가하기로 하고, 용도별로 건수가 100건 이하인 학원·방송시설·유흥주점 및 공연장은 10건씩, 규모와 시설이 획일적인 아파트는 5%, 기타 용도는 10%씩 하여 표 3과 같이 선정하고, 용도별 선정물건을 지역별 물건수에 배분하여 지역별·용도별 평가대상을 표 4와 같이 선정하였으며, 선정된 공장물건을 업종별로 구분하면 표 5와 같다.

[표 3] 용도별 선정물건 분포

건수/용도	국유	학원	방송	시장	유흥	학교	공장	11층	공연	병원	아파트	호텔	합계
불 건 수	762	57	33	787	19	124	3,220	932	69	248	868	245	7,364
선정률 (%)	10%	-	-	10%	-	10%	10%	10%	-	10%	5%	10%	10%
선정 건 수	76	10	10	78	10	12	309	94	10	24	43	24	700

[표 4] 지역별·용도별 선정물건 분포

지역/용도	국유	학원	방송	시장	유흥	학교	공장	11층	공연	병원	아파트	호텔	합계
서울	19	6	5	39	2	5	44	61	5	7	8	9	210
부산	18	2	-	7	4	2	46	9	2	6	9	4	109
대구	11	1	1	6	2	1	53	6	1	3	5	3	93
인천	9	1	-	4	1	2	64	3	1	3	5	2	95
대전	6	-	1	4	-	1	15	5	-	1	1	3	37
광주	5	-	1	3	-	-	20	5	1	1	5	1	42
전주	2	-	1	2	-	-	4	1	-	-	2	1	13
전주	2	-	1	2	-	-	37	1	-	1	2	1	47
울주	1	-	-	3	1	-	8	-	-	-	2	-	15
부천	3	-	-	3	-	1	7	3	-	1	-	-	18
수성	-	-	-	5	-	-	11	-	-	1	4	-	21
합계	76	10	10	78	10	12	309	94	10	24	43	24	700

[표 5] 공장물건 업종별 선정물건 분포

지역/업종	금속	화학	펄프	요업	방직	제재	식품	인쇄	그밖	합계
서울	16	5	-	-	8	-	9	6	-	44
부산	18	11	-	3	3	-	10	1	-	46
대구	17	1	-	2	30	-	1	-	2	53
대전	33	11	-	2	4	5	5	1	3	64
대구	1	4	3	1	-	-	4	1	1	15
광주	14	1	-	-	-	-	4	1	-	20
전주	1	-	3	-	-	-	-	-	-	4
울주	15	13	-	4	2	1	-	-	2	37
부산	4	2	-	-	-	-	1	1	-	8
수원	3	1	-	1	1	-	1	-	-	7
성남	4	1	-	1	2	-	3	-	-	11
합계	126	50	6	14	50	6	38	11	8	309

나. 평가결과

(1) 특수건물 화재위험도

특수건물 700건에 대한 화재위험도평가 결과는 표 6과 같으며, 전체 평균 화재위험도는 1.6으로 약간 높은 위험으로 나타났다.

가) 용도별 화재위험도

특수건물 12개의 용도별 화재위험도는 그림 1과

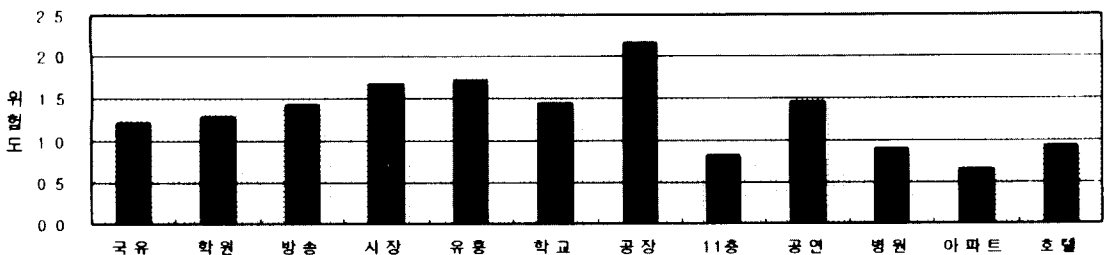
같으며, 공장·시장·유흥주점·공연장이 약간 높은 위험으로 호텔·병원·11층 이상·아파트가 낮은 위험으로 나타났다.

나) 지역별 화재위험도

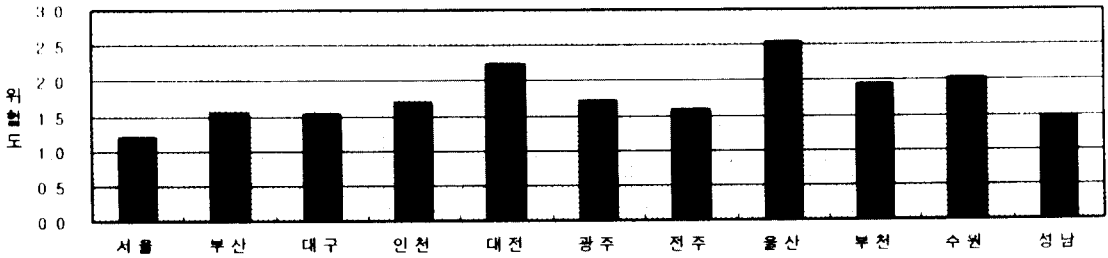
특수건물 소재지별 화재위험도는 그림 2와 같으며, 울산이 가장 높고 서울이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 평가물건 중 위험도가 높은 공장의 점유

[표 6] 특수건물 화재위험도

지역/용도	국유	학원	방송	시장	유흥	학교	공장	11층	공연	병원	아파트	호텔	평균
서울	1.1	1.2	1.1	1.5	1.1	1.4	1.8	0.8	1.1	0.8	0.6	0.8	1.2
부산	1.3	1.7	-	1.7	1.4	0.8	2.1	1.1	2.3	0.8	0.6	0.9	1.5
대구	1.4	1.0	1.2	1.5	0.8	2.3	1.8	0.7	2.5	1.1	0.6	0.6	1.5
대전	1.1	1.4	-	1.0	1.5	1.7	2.0	0.7	1.3	0.5	0.6	1.3	1.7
대구	1.2	-	2.9	2.3	-	1.7	3.5	0.8	-	0.9	0.6	1.4	2.2
광주	1.3	-	1.1	1.1	-	-	2.6	0.7	0.5	0.9	0.8	1.1	1.7
전주	0.7	-	0.6	3.8	-	-	2.2	0.3	-	-	0.7	0.5	1.6
울주	1.0	-	2.8	1.3	-	-	2.9	0.6	-	0.6	0.6	1.1	2.5
부산	1.5	-	-	1.3	6.0	-	2.0	-	-	-	1.0	-	2.0
수원	1.6	-	-	2.9	-	1.0	2.7	0.5	-	1.4	-	-	2.0
성남	-	-	-	2.7	-	-	1.1	-	-	2.8	0.6	-	1.5
평균	1.2	1.3	1.4	1.7	1.7	1.4	2.2	0.8	1.5	0.9	0.7	0.9	1.6



[그림 1] 특수건물 용도별 화재위험도



[그림 2] 특수건물 지역별 화재위험도

울(평균 44%)이 울산이 79%로 가장 높고, 서울이 21%로 가장 낮는데 따른 것으로 지역별 위험도 차이는 주로 선정된 물건의 용도 분포에 기인하는 것으로 분석된다.

(2) 일반물건 화재위험도

특수건물 중 공장을 제외한 일반물건 391건에 대한 화재위험도평가 결과는 표 7과 같으며, 평균화재위험도는 1.1로 낮은 위험으로 나타났다.

가) 용도별 화재위험도

11개 용도별 화재위험도는 그림 3과 같으며, 11

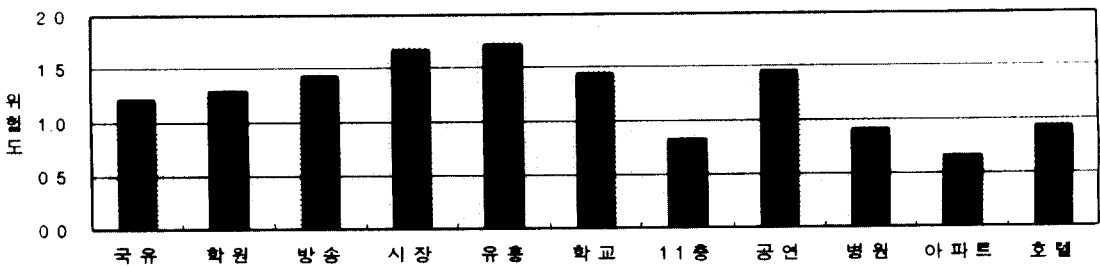
층 이상·병원·아파트·호텔이 낮은 위험, 국유·학원·방송시설·학교가 보통 위험, 시장·공연장·유홍주점이 약간 높은 위험으로 나타났다.

용도별로 화재위험(잠재위험, 활성위험)과 방호대책(기본대책, 특별대책, 내화대책)값은 표 8과 같으며, 기본대책, 내화대책 및 활성위험은 용도별로 값의 차이가 크지 않으므로 용도별 화재위험도는 잠재위험과 특별대책에 따라 좌우된다고 할 수 있다.

잠재위험은 시장·방송시설·11층 이상이 높고,

[표 7] 일반물건 화재위험도

위험도/용도	국유	학원	방송	시장	유홍	학교	11층	공연	병원	아파트	호텔	평균
화재위험도	1.2	1.3	1.4	1.7	1.7	1.4	0.8	1.5	0.9	0.7	0.9	1.1



[그림 3] 일반물건 용도별 화재위험도

[표 8] 용도별 화재위험과 방호대책값

위험도/용도	국유	학원	방송	시장	유홍	학교	11층	공연	병원	아파트	호텔	평균
잠재위험	2.43	2.04	3.85	4.41	2.27	2.62	3.41	2.81	1.97	0.93	2.63	2.92
기본대책	0.58	0.49	0.65	0.61	0.56	0.55	0.64	0.63	0.59	0.58	0.63	0.61
특별대책	2.38	2.13	3.83	4.31	2.53	2.32	4.69	2.47	2.77	2.17	3.92	3.45
내화대책	1.47	1.48	1.44	1.45	1.44	1.48	1.43	1.47	1.49	1.31	1.49	1.44
활성위험	0.97	0.93	1.14	1.28	1.23	0.98	1.01	1.13	1.16	1.13	1.20	1.10
화재위험도	1.2	1.3	1.4	1.7	1.7	1.4	0.8	1.5	0.9	0.7	0.9	1.1

[표 9] 용도별 화재위험도와 보험요율 순위

구분/순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
화재위험도	시장	유흥	공연	방송	학교	학원	호텔	병원	11층	아파트
보험요율	시장	공연	유흥	방송	호텔	병원	11층	학원	학교	아파트

[표 10] 공장물건 화재위험도

위험도/업종	금속	화학	펄프	요업	방직	제재	식품	인쇄	그밖	평균
화재위험도	1.9	3.3	2.4	1.3	2	3.1	1.7	2.1	3.0	2.2

아파트·병원·학원이 낮으며, 특별대책은 11층 이상·시장·호텔이 잘되어 있는 반면 아파트·학원·학교가 미비한 것으로 나타났다.

나) 화재보험요율과 비교

용도별 화재위험도와 화재보험요율 순위는 표 9와 같으며, 양자의 순위가 대체적으로 일치하는 것으로 보아 위험도가 높은 용도에 대하여는 보험요율에 반영되어 있다고 볼 수 있다. 다만 학교·학원의 위험도가 요율서의 순위보다 높게 나타난 것은 시설의 유지관리 상태 불량으로 방호대책값이 낮기 때문인 것으로 분석되었다.

(3) 공장물건 화재위험도

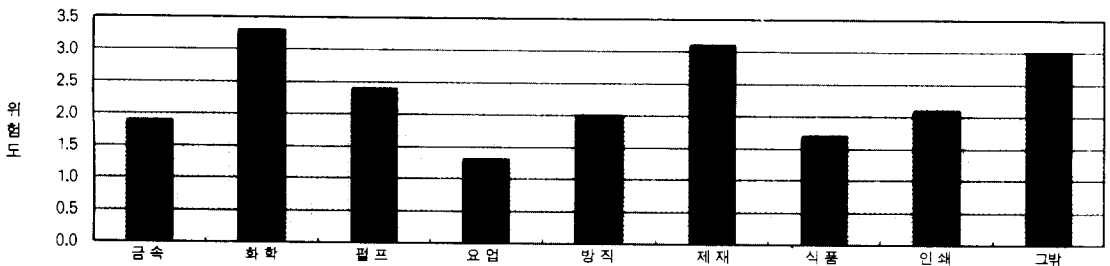
공장물건 309건에 대한 화재위험도평가 결과는 표 10과 같으며, 평균 화재위험도는 2.2로 약간 높

은 위험으로 나타났다.

가) 업종별 화재위험도

보험요율서의 분류에 따른 11개 업종 중 이번 평가에 포함되지 않은 광업·전기·석유를 제외한 9개 업종의 화재위험도는 그림 4와 같으며, 화학·제재·그밖의 공업이 높고, 금속·식품·요업공업이 낮은 것으로 나타났다.

업종별로 화재위험(잠재위험, 활성위험)과 방호대책(기본대책, 특별대책, 내화대책)값은 표 11과 같으며, 일반 물건과 비교하면 화재위험 중 잠재위험이 일반 물건보다 35% 높고, 방호대책 중 특별대책이 일반 물건의 74% 수준이므로 공장물건의 위험도 개선을 위해서는 업종특성에 따른 잠재위험을 줄이기는 어려우므로 경보설비나 자동소화설비 설



[그림 4] 공장물건 업종별 화재위험도

[표 11] 업종별 화재위험과 방호대책값

위험도/업종	그밖	금속	방직	식품	요업	인쇄	제재	펄프	화학	평균
잠재위험	6.06	3.90	3.30	3.22	2.17	5.90	4.00	8.23	4.47	3.95
기본대책	0.77	0.71	0.73	0.68	0.53	0.72	0.76	0.87	0.71	0.71
특별대책	2.33	2.68	2.23	2.38	2.35	3.75	2.29	3.47	2.48	2.56
내화대책	1.32	1.26	1.27	1.37	1.18	1.42	1.33	1.36	1.21	1.27
활성위험도	1.18	1.20	1.22	1.08	0.93	1.50	1.76	1.18	1.51	1.25
화재위험도	3.0	1.9	2.0	1.7	1.3	2.1	3.1	2.4	3.3	2.2

[표 12] 업종별 화재위험도와 보험요율 순위

구분/순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9
화재위험도	화학	제재	그밖	펄프	인쇄	방직	금속	식품	요업
보험요율	제재	화학	방직	그밖	인쇄	펄프	금속	식품	요업

치와 같은 특별대책을 보완하여야 할 것으로 분석되었다.

펄프와 인쇄공업은 화재위험이 가장 높으나 방호대책 특히 특별대책이 잘되어 있어 위험도가 중간으로 나타났으며, 요업과 식품공업은 방호대책이 미흡하나 화재위험이 매우 낮아 위험도가 낮게 나타난 것으로 분석되었다.

나) 화재보험요율과 비교

업종별 화재위험도와 보험요율 순위는 표 12와 같으며, 방직공업을 제외한 업종별 순위는 대체적으로 일치하는 것으로 나타나, 일반물건과 같이 위험도가 높은 업종에 대하여는 보험요율에 반영되어 있다고 볼 수 있다. 다만 방직공업은 최근 대규모공장에서의 화재로 인한 손해액이 컸기 때문에 요율이 올라가 위험도보다 요율이 높은 것으로 보인다.

4. 맺는 말

건물 내에 잠재되어 있는 화재위험을 상대적 지수로 나타냄으로써 위험을 계량화하고자 하는 노력은 계속되고 있으며, FIREM은 이러한 노력의 일환으로 컴퓨터를 이용하여 화재위험의 수준과 수량을 평가하는 사용자 위주의 화재모델링이다.

그러나 FIREM은 화재위험도평가시 건물 내의 가스시설, 위험물시설, 전기시설 등의 기본안전관계



규정이 적합하게 설치·유지되고 있는 것으로 간주하며, 건물간의 연소위험은 충분한 이격거리가 확보된 것으로 본다. 또한 평가시 건물 내의 방화구획 (fire compartment)의 설정에 따른 의존성이 크며, 수용품에 의한 화재하중, 연소속도, 발화위험 등의 자료에 대한 신뢰성 및 시설기준 등의 국가간의 차이에 따른 사용자의 판단기준 등의 문제점들을 내포하고 있는 것으로 보인다.

앞으로 폭발위험이 없는 일반건물의 화재위험도 평가 방법에 대한 연구의 일환으로 추진하고 있는 FIREM기법을 여러 종류의 많은 물건에 대하여 적용한 후, 평가자료에 대한 분석으로 이 기법의 장·단점을 도출하고, 협회가 자체개발한 FRI기법²⁾과의 비교 검토를 통하여 화재위험도평가 기법을 정립해 나가고자 한다. ☹

2) Fire Risk Index의 약어로 협회가 일반물건 화재위험도평가 기법으로 개발한 위험도 지수법