

# 안전상태정보지도 구축을 위한 건축물 화재 안전상태지수 연구

함태영<sup>1\*</sup>, 심규철<sup>1</sup>, 김성환<sup>1</sup>, 송우승<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)제이비티 스마트재난관리연구소, <sup>2</sup>(사)도시생명네트워크

## A Study on the Building Fire Safety State Index for the Establishment of Safety State Information Map

Tae Young Ham<sup>1\*</sup>, Kyucheoul Shim<sup>1</sup>, Sung Hwan Kim<sup>1</sup>, Woo Seung Song<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Smart Disaster Management, JBT Corporation

<sup>2</sup>Urban Life Network

**요약** 기술의 발전과 경제적 성장을 기반으로 국내 건축환경은 초고층화·대형화·복합화 추세가 지속적으로 진행되고 있으나, 관련 화재예방 규제의 한계 및 화재시 신속대응역량의 한계가 반복적으로 노출됨에 따라 인명안전 확보의 문제가 대두되고 있으며, 이에 대한 사회적 관심이 증대되고 있다. 건축물 화재시 신속한 대응을 위하여 실제 건축물 데이터를 기반으로 공간정보기술을 접목시킨 화재 안전상태 정보지도의 구축이 요구되며, 이는 각 위치정보에 따른 소방활동 융합정보, 건물/SOC 정보, 주변환경정보를 정합하여 구축될 수 있다. 본 논문에서는 수집된 안전상태정보의 안전도 정의 및 안전평가등급 개발을 위하여 안전상태지수를 정의하고자 하였다. 안전 평가등급 구성요소 도출을 위하여 안전평가 기초자료를 조사 및 분석하여 안전 평가등급의 개념을 정의하였으며, 국내·외 안전평가 모델 사례 조사 및 분석을 통하여 구성요소의 적절성을 검토하여 다섯 개의 카테고리(업종위험, 건물 안전성, 소방 설비 시설, 화재위험성, 화재대응상태)에 걸쳐 도출된 총 14개의 평가항목을 도출하였다. 이를 기반으로 본 연구에서는 40인 이상의 전문가 집단 설문조사를 통하여 가중치를 결정하였으며, 안전평가등급 개발을 위한 안전상태지수를 정의하였다.

**Abstract** Based on the development of technology and economic growth, the domestic architectural environment continues to be high rising, large scale, and complex. But limitations of related fire prevention regulations and quick response capabilities are repeatedly exposed, and the problem of securing safety is an increasing social interest. In order to respond quickly to a building fire, a fire safety state information map that incorporates spatial information technology is required based on actual building data, which can be constructed by matching convergence information on fire-fighting activity, building/SOC information, and surrounding environment information. The aim of this paper is to define a safety state index to define the safety level of collected safety state information and to develop a safety evaluation grade. In order to derive the safety evaluation grade's components, the concept of the safety evaluation grade was defined by investigating and analyzing basic data, and a total of 14 evaluation items were derived in five categories: industry risk, building stability, fire facility, and fire response status. Based on this, the weight was determined through a group of experts of 40 or more, and a safety state index for the development of safety evaluation grades was defined.

**Keywords** : Safety State Information Map, Safety State Index, Fire Safety Assessment, Safety Assessment Factor, Spatial Information

본 연구는 행정안전부 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발사업의 연구비지원(과제번호 22DRMS-C146826-05)에 의해 수행되었습니다.

\*Corresponding Author : Tae Young Ham(Institute of Smart Disaster Management, JBT Corporation)

email: cheekyangel@ejbt.co.kr

Received July 7, 2022

Revised August 10, 2022

Accepted October 7, 2022

Published October 31, 2022

## 1. 서론

국내 주요화재 통계 및 업종별, 건물구조별 화재위험성을 고찰한 결과 일반적으로 화재발생 빈도가 높은 다중이용시설, 주거시설, 공장시설에서의 화재발생 빈도와 피해규모가 크게 나타났으며 화재발생 건수에서는 소규모 시설(특정화재대상시설물 또는 특수건물 등에 포함되지 않는 경우)에서의 화재발생이 높은 비율을 보인 반면, 대규모 시설의 경우 재산피해 규모가 큰 것으로 나타난다. 이러한 화재발생 및 피해 분포는 현행의 국내 전체 건축물 분포에 기인하는 것으로 판단되나 화재위험성에 대한 기본적 건축(방화구조 및 기타 건축적 방재대책)·소방(소방시설 및 설비 등) 대책의 유무에 의하여 피해발생 가능성과 피해규모가 변화될 수 있다.

기본적인 건축물의 화재방호성능을 구성하는 Passive 설비(건축 방호구획, 내화성능 등)에 대한 위험 고려가 우선적으로 요구되며, 주요 구조부의 내화성능 고려시 다수의 고층빌딩 사례에서 발생하였던 외벽을 통한 화재 확산 발생에 대한 고려가 필요하다. 화재 상황에서의 화재의 조기진압과 재실자의 원활한 피난을 가능하게 하는 대표적인 Active 설비인 자동화재탐지설비(경보설비 포함)와 화재발생 초기 자동소화를 실시하기 위한 Active 설비인 자동소화설비(스프링클러 및 기타 자동소화설비 전체)에 대한 상세 자료조사 및 영향성 검토를 시행하여 안전상태정보지도 구축을 위한 기초적인 분석을 하였다.

그 결과 화재위험성에 큰 영향을 미칠 수 있는 주요 소방설비에 대한 안전평가지수 연계가 필요하며, 적정수준의 가중치를 산정하여 화재위험성 평가의 주요 항목으로 반영해야 한다. 특히 재실자의 인명안전과 직결되는 자동화재탐지설비, 피난설비, 제연설비 등에 대한 복합적 고려가 요구되며 대규모 피해발생을 억제하기 위한 화재의 확산방지 대책에 대한 구체적 방안 마련이 필요하다.

실질적인 화재사고시 화재의 진압 및 대응과 관계된 다양한 환경요인에 대한 고려가 요구되며 인명 및 재산 피해의 발생 메커니즘에 연계된 다양한 요소들에 대한 반영이 필요하며, 이에 본 연구는 화재 안전 지수를 이용한 안전상태정보 지수의 안전평가 등급을 제시한다.

## 2. 화재위험성평가등급 개념 정의

### 2.1 화재위험성평가등급 개념조사

화재위험성평가등급을 정의하기 위하여 안전평가등급에 대한 개념조사를 선행하여 실시할 필요가 있다. 현재 화재 안전평가 등급이나 화재 위험도지수와 관련된 국제 기준이나 국내기준의 통합은 이뤄져 있지 않은 실정이다.

현행 국내·외 화재 안전평가 등급의 경우 각 활용기관(공공 및 민간)의 필요성에 입각한 다양한 지수와 평가등급이 개발·활용되고 있으나, 사회적(또는 국제적) 합의에 이른 객관적 지표로서의 안전평가등급은 존재하지 않는다. 또한 그 내용과 구성에 있어서도 해당 목적(공공 또는 민간의 활용 목적)에 따라 화재안전에 대한 적용 범위와 결과 등급이 의미하는 수준에 있어서도 그 차이가 존재한다.

도시관리적 입장에서 도시화재 안전평가의 경우 각 건축물의 위험뿐만 아니라 주변 건물로의 화재확산 등의 위험에 집중하여 전체 구획 단위 또는 도시 전체의 안전도에 대한 영향에 주목하고 있으며 공공 소방력의 출동 및 진압효과, 재난으로 인한 인명피해의 경감 등에 대한 거시적 안전등급의 산정을 목적으로 하지만, 보험관리적 입장에서의 건물화재 안전평가의 경우 해당 건축물의 화재 피해발생 메커니즘과 발생할 수 있는 피해액에 주목하여 재산피해의 경감, 보험요율의 산정 및 할인율의 결정 등에 대한 미시적 안전등급의 산정을 목적으로 하기 때문에 큰 차이를 보인다[1].

본 논문에서는 안전상태정보지도 구축이라는 목적에 부합하는 화재 안전평가등급의 설정과 세부 화재위험도 지수의 작성이 요구되는 상황으로 기존의 화재안전 평가등급의 일괄 적용이 어려운 상태라고 판단되며, 이를 위하여 별도의 화재위험도 기준항목의 설정과 정량화가 요구되며, 동시에 이에 대한 적용 가능성 확보가 요구된다고 할 수 있다.

안전평가등급 산정을 위해서는 개별 건축물에 관한 위험성 평가사례 등을 통하여 건축물이 가지고 있는 화재 위험에 대한 상대적 평가와 더불어 이를 수치화하여 비교할 수 있는 정량 지표의 선택이 요구되며 이에 대한 현실적용의 효과성에 대한 검증이 수반될 필요가 있다. 화재피해에 영향을 미치는 인자는 다양하기 때문에 국내·외 선행사례의 경우에도 화재위험도 평가를 위하여 정량적 위험분석법, 정성적 위험분석법, 상대순위분석법 등의 다양한 방법을 활용하고 있다.

### 2.2 화재위험성평가등급의 정의

건축물의 화재위험도 평가(또는 분석)의 목적은 화재 안전과 관계된 건축물의 설계, 시공, 준공 및 멸실까지의

운영에 관한 제반 의사결정을 명확하게 전달하기 위해 화재와 관련된 위험을 포괄적으로 이해하고, 특성화하여 위험 허용 수준의 결정, 위험평가 및 경감·비상대응 등의 위험관리 계획을 지원하는데 있다[2]. 이러한 화재위험도 평가의 결과는 화재위험도 지수를 통하여 정량화될 수 있으며 그 위험의 수준을 근거로 건축물의 화재안전성을 등급화하는 기준이 안전평가등급이라 할 수 있다. 따라서 안전평가등급은 궁극적으로 건축물의 화재위험에 대한 안전성을 종합 평가한 결과이며, 동시에 이에 따른 조치 및 추후 대책 등을 마련하기 위한 안전상태정보지도의 구별 수단이 된다.

### 3. 국내외 안전평가모델 조사 및 분석

#### 3.1 국내 화재안전 평가모델 조사 및 분석

한국화재보험협회에서 산정하는 화재위험도지수(Fire Risk Index)는 특수건물에 대해 5단계 화재안전등급 및 등급별 조정계수를 결정하는 지수로 활용하기 위해 Table 1과 같이 산정된다. 기본지수는 각 업종별 화재위험도지수는 Eq. (1)에 의해 발화빈도와 소손율의 조합으로 결정된다.

$$\text{Basic Index} = f \times b \tag{1}$$

Where, f firing frequency, b burnout rate

Table 1. Fire Risk Basic Index

Type	Basic Index	(Unit :10 <sup>-3</sup> )	
		Firing Frequency	Burnout Rate
Government-owned	0.006	9.36	0.669
Educational institute	0.015	14.20	1.067
Hospital	0.013	18.23	0.698
Accommodations	0.049	27.94	1.759
Theater	0.038	8.02	4.781
Broadcasting	0.027	6.15	4.386
Sale	0.074	36.32	2.039
Food	0.003	11.24	0.274
School	0.054	60.10	0.893
Apartment	0.008	51.43	0.161
Factory	0.241	23.01	10.48
11th Floors	0.02	26.57	0.767

발화빈도는(발화빈도 = 총 화재발생건수 ÷ 총 대상건수) 1997~2005년간(9년간) 특수건물 업종별 누적치를 적용하였으며, 소손율(소손율 = 총 소손면적 합계(m<sup>2</sup>)

÷ 총 발화건물 연면적 합계(m<sup>2</sup>))은 동일 기간의 특수건물 업종별 누적 소손율을 적용하였다. 최종화재위험도 지수는 시설위험도, 화재감지 및 초기소화 신뢰도, 연소 확대 방지 신뢰도, 자체 소화 신뢰도를 기반으로 산출되었다[3].

한국소방안전원에서는 건물 화재위험성 평가를 위한 소프트웨어를 개발하기 위하여 화재위험성 지수를 개발하고자 하였으며, 해당 용역 연구에서 도출된 화재위험도 지수는 예방활동, 점화원관리, 가연물관리, 비상경보(자동화재탐지 등), 수동진화(소화기, 소화전), 자동진화(스프링클러 등), 본격소화설비(소화활동설비), 확대 제어(연소과정제어 등), 건축물(방화구획 등), 노출물 관리(피난)가 있다[4]. 연구에서는 평가지표 가중치 설정을 위하여 국내화재 통계 및 한국화재보험협회의 특수건물 안전 분석 결과를 토대로 산출한 대분류별 설문조사를 실시하였다. 현업 방화관리자 6명을 설문 대상으로 하였으며, 해당 결과를 통해 수정 가중치를 반영하였다[5].

#### 3.2 국외 화재안전 평가모델 조사 및 분석

스위스 방화협회(Swiss Fire Prevention Service)에서 제시한 화재위험도 평가 방법으로 Gretener Method가 있다. 이는 공장 및 대형물건에 대한 보험요율 산정연구를 시행하면서 적용하였던 위험도 평가방식으로 규격화된 평가기준에 기초하여 건물 화재위험도를 정량적으로 평가하는 모델이다[6,7].

Gretener Method는 일반인의 출입이 빈번하고 화재시 많은 인명피해가 예상되는 건물(다중 이용시설), 공장(창고 포함), 상업용 건축물, 주거용 건축물(아파트 등), 다용도 건축물 등에 적용할 수 있다[8]. 인접한 구획의 공간과 피난로에 대한 구조와 설비 등에 관한 규정, 비상조명 등 기본적 시설에 관한 규정이 준수된 것(기본대책)으로 간주하며 건물 내 모든 위험인자와 위험을 방호하는데 필요한 조치의 조합을 고려한다.

기본공식은 화재위험의 노출위험(B)을 모든 위험인자의 곱인 잠재위험요소(P)를 모든 방호인자의 곱인 방호대책(M)으로 나눈 것으로 Eq. (2)와 같이 정의한다.

$$B = P / M \tag{2}$$

Where, B risk of exposure, P risk factors, M protective measures

위험인자(P)는 건물의 사용법에 내재된 고유한 위험과 건물의 구조에 따른 고유한 위험으로 구성되며 총 7개의 속성인자를 갖는다. 방호대책(M)은 기본대책, 특별대책, 구조적 대책으로 구성되며 실제 화재위험(R)은 Eq. (3)과 같다[9].

$$R = A * B \quad (3)$$

Where, R real fire hazard, A active risk factors, B risk of exposure

Gretener Method를 개량하여 프로그램화시킨 모델로 화재위험도 산정에 있어서 개념이 동일하다. FREM의 화재위험도 등급은 각 항목별 평가항목의 점수를 제곱하여 화재위험도 지수로 표시하는 방식을 사용한다. 화재위험도 지수의 값(R)의 분포에 따라 건축물의 화재위험도는 낮은 위험부터 매우 높은 위험에 해당하는 5개 등급으로 구분되며 그 세부적인 기준은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Fire Risk Evaluation Method Index

Fire Risk Value	Risk Classification
R<1.2	Small Risk
1.2≤R≤1.4	Normal Risk
1.4≤R≤3	Increased Risk
3≤R≤5	Large Risk
5<R	Very Large Risk

## 4. 안전평가등급 구성요소 도출

### 4.1 화재위험성 평가방식 단계 정의

안전상태정보지도 구축을 위한 건축물 화재 안전평가 등급은 화재위험도 평가를 통한 안전평가등급의 산정을 기본으로 이루어진다. 안전상태정보지도의 작성을 해당 지역(또는 광역)의 건축물의 안전상태를 실시간으로 모니터링하고 가시적인 표현을 통하여 해당 위험정보를 즉각적으로 제공하는 기능을 포함한다. 이는 현실 상태의 건축물의 화재위험에 대한 안전상태를 제공하기 위한 수단으로써 단계별 화재위험도 평가방식을 Table 3과 같이 고안하였다.

Table 3. Fire Risk Evaluation Stage for Risk Condition Information

Step	Evaluation	
	Item	Type
1	Usage(Industry), Date of Approval for Use, Number of Floors(Height), Floor Area	Fundamental Risk
2	Building Fire Risk Field Survey Information, Fire Risk Evaluation	Actual Risk
3	Reflect Maintenance and Inspection Results (Fire Inspection)	Final Risk

건축물이 건립되어 사용승인이 이루어진 단계에서의 기본 1단계는 건축물의 기본 화재위험도를 산정하는 화재 방호성능을 가정한 평가 방법으로써 위험상태정보 구축에 있어서 기본 데이터를 설정하는 단계이다. 건축물의 최초(또는 변경) 사용승인일에 부합하는 수준의 화재 방호수준을 유지하고 있다는 가정하에 건축물의 기본위험도를 평가한다.

2단계는 특정 건물에 대한 건축물 화재위험 Survey (현장에서 실시하는 전문가 점검 또는 조사) 결과에 따라 현장 평가내용을 반영한 화재위험평가로써 이는 Survey 당시 점검표 등을 통하여 도출된 위험상태를 반영한 현실위험도를 산정하는 단계이다.

최종 3단계는 유지관리상태 및 각종 점검(법정점검 또는 자체점검 등)의 내용을 반영한 최종위험도를 평가하는 단계이다.

### 4.2 안전평가등급 구성요소 목록화

앞서 제시한 위험상태정보 산출을 위한 화재위험도 평가단계에 따라 본 연구에서는 안전평가등급 구성요소를 목록화하고자 하였다. 본 연구에서는 광역 지역 기반의 건축물 화재위험성 평가를 위하여 안전 평가등급 구성요소(Factor)를 기존 3D 안전상태지도 제작을 위한 건물 화재안전 평가항목 도출 연구의 13가지 항목을 활용하였으며, 이와 동시에 평가점수 산정에 있어서 직접적으로 포함되지 아니하나 대상 건축물 또는 실(Area)의 면적(또는 연면적)을 기본 정보요소로 포함하여 입력정보로 활용하고 평가등급 결정시 임의 반영항목으로 추가여 Table 4에서 제시한 바와 같이 총 14가지 항목을 정의하였다[10].

화재위험성 평가 구성요소는 총 6개 항목의 대분류로 구분된다. 건축물 자체의 특성인 건축물 특성(건물구조, 건물층수, 높이, 노후도 등이 이에 해당)과 건축물에 설치되어 있는 소방시설의 유무와 관계된 소방시설(자동소화설비, 자동화재탐지설비, 제연설비), 건축물 내부의 화재발생 가능성 및 가연물 존재 여부, 주변 환경으로 인한 화재위험 등에 관한 화재위험성(화재하중, 위험물, 주변 위험), 화재시 재실자의 피난과 신속한 신고 및 대응을 통한 초기 화재 진압가능과 관계된 화재대응(피난용이성, 신고신속성, 접근성), 기타(면적)등이 본 연구에서의 화재위험성 평가를 구성하는 주요 분류 항목으로 이들 요소 점수의 총합으로 화재위험성 지수가 산출된다.

Table 4. Derived building fire safety assessment factors

Category	Factor
Industry Risk	Risk Level by Industrial Classification
Structural Risk	Structure and Interior Material (Fireproof, Non-combustible, Combustible, Dry Bit etc.)
	Floor Level
	Building Deterioration Rate (Construction Year)
Fire Fighting Facility	Automatic Fire Extinguishing Equipment
	Automatic Fire Detecting System
	Smoke Evacuation System
Fire Hazard	Fire Load (Dynamic-Static)
	Dangerous Substances
	Dangerous Zone
Fire Response Status	Ease of Evacuation
	Alert Promptness
	Fire Fighting Accessibility
Etc.	Area

### 4.3 1단계 구성요소 평가

1단계 평가에서는 건축물 정보를 통한 기본 화재위험에 대하여 평가한다. 이는 해당 건축물의 사용승인일(증개축 및 대수선이 발생하였을 때 최종 사용승인일을 기준으로 함)에 따라 당시 관련 규제의 적용사항을 기본적인 건축물의 화재 방호수준으로 가정하고 평가한다. 다만, 해당 건축물이 복합용도로 사용되거나 다중이용업소 등의 업종을 포함하는 경우 해당 업종의 최초 영업일을 그 기준으로 산정한다.

요구되는 구성요소는 수집할 수 있는 건축구조, 층수(높이), 연면적 등의 기본적인 건축물 정보로써 이는 당해 건축물의 사용승인일 당시의 관련 규제의 적용 여부를 판단하는 기준으로 작용한다. 현행 국내 건축법 및 소방법에서는 용도 및 업종 외에 해당 건축물의 구조 및 규모(층수, 높이, 연면적) 등에 대한 세부 규정을 제시하고 있으며 이에 따라 해당 건축물에 적용되는 안전 규제 수준이 결정되는 구조이기 때문에 해당 정보를 통하여 사용승인일 당시의 적용 규제를 판단할 수 있다.

국내 건축물의 경우 일반적인 규제 범위에 상응하는 화재방호 수준을 유지하는 경향이 매우 높아 건축물 대다수는 사용승인일 당시의 규제를 100% 만족시키는 수준에서 설비나 시설을 구비하고 있다.

이와 같은 현실에 착안하여 1단계 평가를 통하여 전체 대상 건축물의 기본위험도를 산정하고자 하였다. 1단계

평가에서도 2단계 평가의 항목과 함께 각 대상 항목에 대한 정량평가가 이뤄지나 그 수준이 현실 상황이 아닌 사용승인일 당시의 규제 수준을 반영한 평가라는 점에서 2단계 평가와 구분된다.

### 4.4 2단계 구성요소 평가

대상 건축물에 대한 전문가 현장 조사를 통한 실질적인 화재위험도평가를 실시하는 단계이다. 현실적 여건 및 효과성에 기인하여 현장 조사가 시행되는 건축물의 빈도수는 제한적일 수 있으나 위험도가 높다고 판단되는 특정 건축물에 대한 정밀 현장조사를 실시하여 1단계 평가에서 다루지 않은 부분에 대한 위험평가를 시행하였다.

위험도는 현장 상황이 반영된 결과로써 1단계 평가의 기본위험도와 다른 결과값을 나타낼 수 있으며 이는 현실위험도를 의미한다. 단, 2단계 평가의 결과는 현장조사가 이뤄진 시점의 건축물의 위험상태를 의미하며 이는 실시간 위험도와는 다소간의 차이가 존재할 수 있다. 화재발생에 따른 직접적인 피해발생 가능성과 직결되는 Active 설비(소방설비 등) 및 화재의 연소규모, 확산 가능성, 인명피해 가능성 등에 대한 화재위험성, 재실자 피난, 소방대 출동을 위한 신고 등의 대응요소에 대한 종합적 평가를 시행한다. 당해 건축물의 해당 설비 설치 유무와 작동성능에 관한 확인을 포함하며 현장점검 시점에서의 건축물의 화재위험도 평가가 이루어질 것으로 예상된다.

### 4.5 3단계 구성요소 평가

기본정보를 바탕으로 하는 1단계 평가 및 대상 건축물의 현장조사 결과를 반영한 2단계 평가의 경우에도 현재 건축물의 위험상태를 실시간 반영하기가 쉽지 않다. 이는 건축물의 위험상태가 시시각각 변화할 수 있으며 유지관리 시기 및 방법에 따라 현재의 위험상태가 달라지기 때문이다.

이에 본 연구에서는 3단계 평가를 통하여 건축물 및 관련 설비에 대한 유지관리 상태 및 각종 관련 점검(법정 소방점검 및 자체점검) 결과를 안전평가등급에 반영하는 것을 주요한 기능으로 설정하였다. 즉, 유지보수 상태 및 점검 결과에 따른 위험의 변화와 설비의 기능 여부 등을 실시간으로 건축물 화재위험도 평가에 반영하고 안전평가등급을 최신화하는 과정을 의미한다.

## 5. 설문조사 기반의 가중치 도출

### 5.1 안전평가 연구사례 분석 및 적용

본 연구에서는 안전평가등급의 산정을 위하여 위험도 평가와 관련된 유사연구 사례를 통해 화재위험성 평가 및 안전평가등급 결정을 위한 방법론을 결정하고자 하였다. 앞서 제시한 건축물 안전평가등급(화재위험도 평가)의 구성요소의 경우 건축물의 화재위험에 미치는 영향이 각기 상이하므로 이에 대한 등가성 확보가 요구된다. 이를 위하여 일부 연구에서는 항목별 가중치를 부여하거나 상대적 중요도에 근거하여 요소 항목의 개수를 조정하는 방식을 취하고 있다.

본 연구에서는 안전평가등급 산정을 위한 화재위험도 평가의 가중치를 결정하기 위하여 관련 전문가(한국화재보험협회 및 보험사 Survey 전문가 40인 이상)를 대상으로 설문조사를 실시하여 그 결과를 근거로 가중치를 부여하였다. 이를 위하여 앞서 제시된 각 화재위험도 평가 요소별 가중치 산정을 위하여 화재 및 위험전문가 집단의 설문 결과에 따른 AHP(Analytical Hierarchy Process) 기법을 활용하였다. 목표 달성을 위한 대안 평가에 있어서 AHP 기법은 매우 유용한 기법으로 알려져 있으며 특히 본 연구에서의 가중치 산정 등을 위한 목적으로 가장 광범위하게 사용되는 일반적 방법론이라 할 수 있다.

### 5.2 안전평가등급 산정을 위한 가중치 도출

AHP 실시 주목적은 건축물 화재위험성을 평가하는 속성과 대안에 대한 상대적 중요도(가중치)를 산정하는 것으로 Level 1 평가속성은 대분류인 업종위험성, 건물 안전성, 소방시설, 화재위험성, 화재대응상태에 해당하며, 각각의 평가속성별 세부 분류 항목이 위치한다. 각각의 항목을 쌍대비교하기 위하여 1차적으로 Level 1 평가속성 간 비교 설문을 시행하였고, 각 평가속성에 배속된 Level 2 평가 대안별 쌍대비교를 실시하였다.

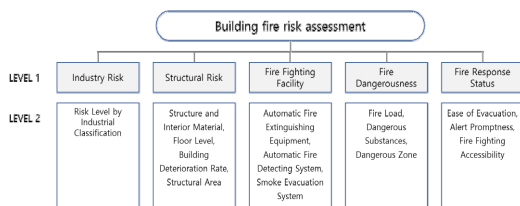


Fig. 1. Building fire risk assessment

Fig. 1은 설문 시 사용되었던 건축물 화재위험성 평가를 위한 평가 요소별 가중치 산정을 위한 AHP 계층 구조도이며, Table 5는 Fig. 1을 기반으로 시행한 Level 1 및 Level 2 가중치 분석을 종합하여 항목별 최종 가중치를 결정한 값이다.

Table 5. Calculation of final applied weight

Category	Factor	Weight
Industry Risk	Risk Level by Industrial Classification	31.0
Structural Risk	Structure and Interior Material	8.6
	Floor Level	2.2
	Building Deterioration Rate	2.2
Fire Fighting Facility	Automatic Fire Extinguishing Equipment	11.5
	Automatic Fire Detecting System	3.7
	Smoke Evacuation System	2.8
Fire Hazard	Fire Load	9.3
	Dangerous Substances	9.6
	Dangerous Zone	3.1
Fire Response Status	Ease of Evacuation	8.7
	Alert Promptness	3.6
	Fire Fighting Accessibility	3.7
Etc.	Area	-
Sum		100.0

### 5.3 화재위험도 평가지수 산출 방법

본 연구의 특성상 광역에 해당하는 불특정 대상 건축물(또는 구획실)에 대한 안전평가등급 결정을 위하여 더 범용적인 사용이 가능한 구조의 화재위험도 평가 방법이 요구되었으며 이를 위하여 총 5가지의 대분류에 의한 화재위험도 평가를 시행하고자 하였다. 이는 앞서 제시된 5가지 대분류(면적 제외)에 해당하는 각 Factor의 점수를 산출하고 AHP 기법에 따라 산출된 가중치를 반영하여 총합으로 결정되며, 수식은 Eq. (4)와 같다.

$$F = \sum \{ S / 10 X W \} \quad (4)$$

Where, F fire risk assessment, S index of factor, W applied weight

## 6. 안전상태지수 정의 및 적용

### 6.1 안전상태지수 정의

Table 6. First Floor Fire Risk Index(Manan Welfare Center)

Factor	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
Risk Level by Industrial Classification	5.27	10.23	3.10	5.27	5.27	5.27	3.10	6.51	6.51	4.03	6.51	6.51	6.51	3.10	3.10
Structure and Interior Material	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Floor Level	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Building Deterioration Rate	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Automatic Fire Extinguishing Equipment	1.15	1.15	11.50	1.15	9.20	9.20	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Automatic Fire Detecting System	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Smoke Evacuation System	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
Fire Load	4.65	4.65	0.93	4.65	4.65	4.65	0.93	2.79	4.65	7.44	4.65	2.79	2.79	0.93	0.93
Dangerous Substances	0.96	0.96	0.96	0.96	7.68	7.68	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Dangerous Zone	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Ease of Evacuation	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Alert Promptness	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
Fire Fighting Accessibility	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Sub Total	20.73	25.69	25.19	20.73	35.50	35.50	14.84	20.11	21.97	22.28	21.97	20.11	20.11	14.84	14.84
Area	110.35	6.74	13.49	53.15	1.15	36.11	5.12	11.74	15.09	10.75	94.49	6.23	14.46	11.97	151.65

안전상태지수는 화재위험도 평가를 통하여 산출된 최종위험도를 기준으로 산정되며, 그 산출 기준은 Eq. (5)와 같다.

$$S = 100 - F \tag{5}$$

Where, S Safety State index, F fire risk assessment index

### 6.2 안전상태지수 적용

안전상태지수를 테스트 적용 위하여 테스트베드로 서울 만안구의 만안종합사회복지관을 지정하였으며, 해당 건물의 1층을 다음 Table 6과 같이 화재위험도 평가점수를 이용하여 최종화재위험도를 도출하여 안전상태지수를 산출하였다.

만안종합사회복지관 1층의 15개 실의 안전상태정보 13개의 요소를 적용한 안전상태지수는 Table 7과 같이 평균 화재 위험 지수 22.29, 평균 안전상태지수 77.71점이 도출되었다. 여기에 면적비를 적용하여 최종 화재 위험 지수 20.33, 안전상태지수 79.67로 도출되었으며, 향후 많은 안전상태지수 적용을 통해 각 실(룸, 건축물, 지

구(블록) 단위를 비롯하여 시군구별 화재 위험에 따른 안전상태지수 도출이 가능할 것으로 보인다.

Table 7. Average Safety State Index

Average Fire Risk Index	22.29
Average Safety State Index	77.71
Average Fire Risk Index (Area application)	20.33
Average Safety State Index (Area application)	79.67

## 7. 결론

본 논문에서는 안전상태지수의 산정을 위하여 국내외 위험도평가와 관련된 유사연구 사례를 통해 화재위험성 평가목록을 정밀 검토 분석하여, 안전평가 구성요소를 도출 및 AHP 기법을 통해 화재위험도 평가점수 산출 방법을 제시하였다. 국내외 대표적 연구로는 Gretnener Method, 한국소방안전원의 건물 화재위험성 지수, 행정

안전부의 건물별 화재위험도 분석 및 예측의 평가항목에 적용 여부를 조사 및 분석하였다.

화재안전 평가항목 도출은 건축물의 기본 화재위험도를 선정하는 1단계부터 특정 건물에 대한 건축물 화재위험 Survey 결과를 반영하는 2단계, 유지관리 상태 및 각종 점검의 내용을 반영한 3단계를 통해 최종 도출한다. 전체 평가등급 구성요소 항목은 AHP 기법을 통해 도출된 13개의 Factor의 가중치 합으로 도출되며 해당 가중치는 여러 건물 단위 또는 실(Area)에 의한 점수 산출 시 면적을 통해 값을 바로잡는다.

재난은 기본적으로 공간의 속성을 가지고 있으므로 공간정보과학 측면에서 재난관리에 핵심적인 역할을 위해서는 안전상태지수 도출을 통한 건축물 화재안전 관리가 필요하다[11,12].

본 연구에서는 안전상태정보지도를 구축하기 위해서 각 건축물의 안전상태지수를 도출하여 이를 이용한 공간 분석을 통해 도심지역에 대한 3차원(X축, Y축, 시간) 화재지도 제작하는데 최종 목적이 있다.

현재는 단일 건물의 단일층에 대한 안전상태지수를 산출하였지만, 나아가 시군구별 건축물에 대한 안전상태지수를 활용한 등급을 산출하여 평상시 화재안전진단점검의 우선순위를 정하거나 화재시 실별 안전상태정보를 활용한 대피경로 계산 및 소방대 접근 경로 계산 등 다양한 분야에 활용되어 보다 높은 수준의 화재방호 성능을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] E. S. Chung, A Study on the Development of Risk Index for the Fire Risk Assessment of the Buildings, Ph.D dissertation, Myoungji University, pp.12-13. Available From: [https://dcollection.mju.ac.kr/public\\_resource/pdf/00000010385\\_20220906185025.pdf](https://dcollection.mju.ac.kr/public_resource/pdf/00000010385_20220906185025.pdf)
- [2] S. Lee, A Development of Software (KFSa-I) for Fire Hazard Assessments in the Buildings, Fire Science and engineering Vol 16, No.1, pp.2. Available From: <https://scienceon.kisti.re.kr/commons/util/originalView.do?cn=JAKO200211921270041&oCn=JAKO200211921270041&dbt=JAKO&journal=NJOU00292086>
- [3] Y. Kim, A Study on Developing Building Fire Risk Assessment Model and Its Application:Focused on Nonlife Insurer's Risk Management and Underwriting Functions, Ph.D dissertation, University of Seoul, pp.52-62. Available From: [http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p\\_mat\\_type=be54d9b8bc7cdb09&control\\_no=2abc6e78477f050ffe0bdc3ef48d419&outLink=K](http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=2abc6e78477f050ffe0bdc3ef48d419&outLink=K)
- [4] E. S. Chung, A Study on Fire Risk Analysis & Indexing of Buildings, *Journal of the Korea safety management & science* Vol.10, No.4, pp.93-104, 2008. Available From: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ARTO01307110>
- [5] W. Choi, Y. Kim, D. Jang, G. Kim, S. Yun, "A Study on Development of Fire Risk Prediction Model in Manufacturing Facilities Using Artificial Neural Network", *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol.17, No1, pp.161-167, 2017. DOI: <https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2017.17.1.161>
- [6] C. Santos, J. Correia, A. Correia, S. Meneses, P. Tavares, "Fire Risk Assessment in Old Urban Areas-Coimbra Old Town", *2nd International Fire Safety Symposium, IFireSS*, Naples, Italy, June 2017. Available From: [https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/6499/1/ID\\_113.pdf](https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/6499/1/ID_113.pdf) (assessed Aug. 25, 2020)
- [7] S. Guo, "Fire Risk Assessment for Commercial Building Based on FRAME Method", *2018 International Conference on Advanced Technologies in Energy, Environmental and Electrical Engineering*, China, Qingdao, Vol.223, October 2018. Available From: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/223/1/012048> (assessed Aug. 25, 2020)
- [8] National Fire Agency, 2019 Fire Department Statistics Yearbook, Yearbook, National Fire Agency, Korea, p.315, 2019. Available From: [https://www.nfa.go.kr/nfa/releaseinformation/statisticainformation/main/?boardId=bbs\\_0000000000000019&mode=view&cntId=20&category=&pageIdx=&searchCondition=&searchKeyword](https://www.nfa.go.kr/nfa/releaseinformation/statisticainformation/main/?boardId=bbs_0000000000000019&mode=view&cntId=20&category=&pageIdx=&searchCondition=&searchKeyword) (accessed June 13, 2020)
- [9] T. Kim, Derivation of Building Fire Safety Assessment Factors for Generating 3D Safety Status Map, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.21, No.10, pp.40-47, 2020. Available From: <https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ARTO02639660>
- [10] G. Li, J. Zhao, V. Murray, C. Song, L. Zhang, "Gap Analysis on Open Data Interconnectivity for Disaster Risk Research", *Geo-Spatial Information Science*, Vol.22, No.1, pp.45-58, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/10095020.2018.1560056>
- [11] Z. Masoumi, J. V. L. Genderen, J. Maleki, "Fire Risk Assessment in Dense Urban Areas Using Information Fusion Techniques", *International Journal of Geo-Information*, Vol.8, No.12, Open access journal, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8120579>
- [12] E. S. Chung, K. M. Yang, J. H. Ha, K. S. Kang, "A Study on Fire Risk Analysis & Indexing of Buildings",



*Journal of the Korea Safety Management & Science*,  
Vol.10, No.4, pp.93-104, 2008. Available From:  
<https://www.earticle.net/Article/A155264> (assessed  
Aug. 25, 2020)

함 태 영(Tae Young Ham)

[정회원]



- 2008년 2월 : 성공회대학교 정보통신학과 (학사)
- 2008년 3월 ~ 2010년 8월 : (주)빅스존 연구원
- 2010년 9월 ~ 현재 : (주)제이비티 스마트재난관리연구소 부장

<관심분야>

정보통신, 모바일

심 규 철(Kyucheoul Shim)

[정회원]



- 1988년 2월 : 충북대학교 토목공학과 (학사)
- 1991년 2월 : 충북대학교 토목공학과 (석사)
- 1999년 5월 : Colorado State University Civil & Environmental Eng. (박사)
- 2001년 8월 ~ 2005년 7월 : 한국건설기술연구원 기획팀장/수석
- 2005년 8월 ~ 2014년 11월 : 삼성방재연구소 센터장/수석
- 2014년 11월 ~ 현재 : (주)제이비티 스마트재난관리연구소 연구소장

<관심분야>

수리수문, 홍수, 가뭄, 토목

김 성 환(Sung Hwan Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 건국대학교 전기공학과 (학사)
- 1998년 3월 ~ 2017년 1월 : 삼성 SDS 수석
- 2017년 2월 ~ 현재 : (주)제이비티 상무

<관심분야>

지리정보, 정보통신, 융복합

송 우 승(Woo Seung Song)

[정회원]



- 2001년 2월 : 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 (공학사)
- 2010년 8월 : 서울시립대학교 도시과학대학원 방재공학과 (공학석사)
- 2015년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 재난과학과 (재난과학박사)
- 2008년 2월 ~ 2015년 8월 : 서울시립대학교 도시방재안전연구소 수석연구원
- 2015년 1월 ~ 현재 : 사단법인 도시생명네트워크 상임이사/연구위원

<관심분야>

화재안전, 위험평가, 생명안전