

# 소방취약지 모델의 구성과 정립프로세스 논의

## Discussion on Formulation Process and Configuration of Fire-Fighting Vulnerable Zone Model

김성곤\* · 장은미\*\* · 최갑용\*\*\* · 김희태\*\*\*\*

Seong Gon Kim · Eun Mi Chang · Gap Yong Choi · Hi Tae Kim

**요약** 화재, 폭발 등의 재난현장은 예측할 수 없는 수많은 위험 요소들이 존재하고 있으며 촌각을 다투는 인명 구조나 초기에 불길을 잡지 못하면 막대한 피해로 이어지는 특성을 가지고 있다. 특히, 출동 후 5분 이내 현장에 도착하는 소방대원은 제한적인 정보와 즉각적인 현장 투입으로 인해 사고 현장의 상황을 충분히 인지하며 임무를 수행하는데 한계가 있어 효율적인 작전 수립 및 전개에 어려움이 발생하고 있으며 우발적인 상황 대처로 소방대원 스스로의 생명을 위태롭게도 한다. 이와 같은 한계 및 위험을 경감시키며 효율적인 진압 및 구조 활동을 전개하기 위해서는 우선적으로 사고 현장 및 환경에 대한 상황 정보를 효율적으로 인지하고 활용 할 수 있도록 하는 도구가 제공되어야 한다. 기존 국내의 연구는 주로 대형 화재와 같은 재난이 발생할 경우 인명 및 재산 피해가 예상되는 공간적 영역에 대한 화재취약성 관점에서의 연구가 주로 수행되었으며 소방 활동 관점에서의 공간적 취약성을 분석하고 이에 대한 대응 방안을 연구한 사례는 매우 드문 실정이다. 이에 본 연구에서는 화재 진압을 위한 소방 활동에 초점을 맞추어 출동에서부터 진압 구조까지의 소방 활동 전주기를 대상으로 소방 활동 저해 요인을 종합적으로 분석할 수 있는 소방취약지 모델을 개발하였다. 또한, 기존 연구의 화재 취약 공간과 본 논문에서 제시하고 있는 소방 취약 공간에 대한 개념을 명확히 하기 위해 소방취약지에 대한 개념을 정립하고 소방취약지 모델의 목적성 및 적용성을 구체화 하였다. 본 연구 결과는 전국 시도 소방본부 관할 구역에 대한 소방취약지 유형 분석, 소방 활동 성능 개선을 위한 정책 수립 및 의사 결정 과정에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

**키워드** : 소방, 화재, 소방취약지, 분석 모형, 취약지 분석

**Abstract** There are numbers of unpredictable risk factors in the disaster scenes such as fire, explosion and fail to early life-saving or holding the flames which can lead to massive damage. In particular, fire-fighters who arrive on the scene within 5 minutes after dispatching, have a limitation to get aware to the situation of scene fully, because of immediate deploy to disaster scene with limited information. This situation may lead to disturbance that fire-fighters perform effective fire-fighting activities, to put fire-fighter's life at risk by misjudge the situation. Previous domestic and International studies focused vulnerability for spatial area or features which can damage to life and property in the event of anticipated. In this study, we have been developed fire-fighting vulnerable zone model that can analyze comprehensively hindrance factors for fire-fighting activities targeting whole life cycle of fire-fighting activities from dispatch to fire suppression or life-saving. In addition, we have been given shape to finality and applicability for our model by defining the new concept of fire-fighting vulnerable zone which can be distinguished from the concept of fire vulnerable area in previous studies. The results of this study can be used to analysis fire-fighting vulnerable zone type analysis, establish fire-fighting policies and improve the performance of decision-making process.

**Keywords** : Fire-fighting, Fire-fighting vulnerable zone, Analysis model, Vulnerable area analysis

† This research was conducted within next-generation core technology development project in fire-fighting safety: "model development for GIS-based fire-fighting vulnerability management analysis" by National Emergency Management Agency.

\* Kim Seong Gon, Senior Researcher, Ziinconsulting Inc. sgkim@ziinconsulting.com

\*\* Chang Eun Mi, CEO, Ziinconsulting Inc. emchang21@ziinconsulting.com

\*\*\* Choi Gap Yong, National Emergency Management Agency. ky6622@korea.kr

\*\*\*\* Kim Hi Tae, Researcher, Ziinconsulting Inc. hite0108@ziinconsulting.com

## 1. 서 론

소방방재청의 최근 5년간 통계 자료에 의하면, 우리나라에서는 매년 7명의 소방관이 순직을 하며 333명이 크고 작은 부상을 당하고 있는 것으로 나타나고 있다. 화재, 폭발과 같은 사고가 발생한 현장에는 촌각을 다투는 인명 구조, 초기 진압에 실패하면 막대한 피해로 이어질 수밖에 없는 특성으로 인해 현장소방대원의 호흡과 발걸음은 빨라질 수밖에 없게 된다. 특히, 출동 후 5분 이내 현장에 도착하는 소방대원은 제한된 정보와 즉각적인 현장 투입으로 인해 사고현장 상황을 충분히 인지하는데 사실상 한계가 있어 효율적인 진압 작전을 전개하는데 걸림돌 역할을 수행함은 물론이며 우발적인 상황 대처로 소방관들의 생명을 위협하기도 하는 것이 현실이다. 미국 ‘국가 소방관 위기 상황 보고시스템’의 2012년 분석보고서에 의하면 사고현장에서 소방관의 위기상황을 초래하는 요인으로 부정확한 상황인지가 526건으로 가장 많았으며 다음으로 인적 오류(448건), 잘못된 의사결정(432건)으로 조사 되었다[16]. 결과적으로 부정확한 상황인지는 인적 오류와 의사결정 오류를 유발시키는 동인으로 작용하는 것으로 확인되고 있다[12]. 이와 같이 사고현장의 효율적 대응을 통한 인명 및 재산 피해를 최소화하고 투입된 소방관의 안전을 확보하기 위해서는 사고 현장 및 주변 환경에 대한 상황 정보 제공 역량을 강화하여 현장 소방대원의 인적 오류를 최소화 시키기 위한 방안이 제시되는 것이 필요하다. 그러나 기존의 국내의 연구는 사고가 발생할 경우 인명 및 재산 피해가 예상되는 공간적 영역 또는 대상물에 대한 예방 관점의 취약성 분석이 주류를 형성하고 있으며 사고 발생 후 효율적인 현장 대응을 위한 소방 활동 관점에서의 접근은 이뤄지지 않고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 사고접수 후 현장출동에서 진압·구조까지의 소방 활동 전단계와 출동위치에서 사고현장까지의 공간적 영역에서 발생할 수 있는 소방 활동 저해 요인을 식별하여 현장 투입 소방대원에게 사고 현장 및 주변 환경에서 발생 가능한 위험 요소를 사전에 인지하게 하여 효율적인 현장 대응 및 소방대원 안전을 증진시킬 수 있도록 하는 소방취약지 모델을 제시하고 있다. 또한, 기존 연구의 화재취약지와 본 연구에서 제시하고 있는 소방취약지 개념간의 차이점 및 연관성에 대한 명확한 이해를 통해 소방취약지 모델의 목적성 및 적용성을 구체화하였다.

## 2. 소방 활동 단계 및 정보 흐름

소방방재청의 재난현장표준작전절차(SOP)에서는 신고접수, 출동 중, 현장도착 및 출동대 복귀의 4단계로 대응단계별 표준작전절차를 구분하고 있는데 이를 상황 관리 정보 관점에서 대응 단계별 표준작전절차를 재구성하면 Table 1과 같이 정의될 수 있다[13]. 신고 접수후 1분 이내 출동 및 5분 이내 현장 도착을 목표로 대응하고 있는 현재의 재난현장표준작전절차는 신고접수단계에서 개인정보 및 위치정보를 확인하게 되면 출동 지령을 발령토록 되어 있으며 출동 소방대원은 재난유형, 신고자 전화번호 및 위치정보만을 인지하고 사고 현장에 투입되고 있다.

대응 상황은 Figure 1에서 보는바와 같이 현장 대응을 위한 정보 및 의사결정 흐름이 사고 현장에 접근하면서 급속히 증가하는 현상을 발생시켜 현장 지휘관

Table 1. Information types of standard operating procedure in response steps

Response Step	Situation Management Information	Note
Receipt of a call	disaster area, saving a life, combustion state, caller information (personal and location information)	acquisition
Receipt of a call (order to dispatch)	disaster type, location, caller phone number	identification
On the way	disaster state of fire site	propagation
On the way (approaching the site)	smoke flow state, smell, flame, vehicle&person movement condition, site ambience	propagation

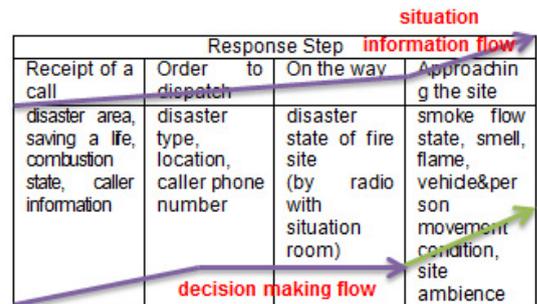


Figure 1. Information and decision flow of standard operating procedure in response steps

이나 소방대원들로 하여금 현장 경험에 기초한 즉각적인 상황 대응을 유발하게 되고 이로 인해 체계적인 진압 작전 수행이 어려운 것은 물론이며 우발적인 상황 대처로 요구조차뿐 아니라 소방대원 스스로의 생명 또한 위태롭게 하고 있다.

### 3. 소방취약지 개념에 대한 정립

기존 소방기본법, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 등에서 규정하고 있는 소방대상물 및 화재경계지구는 Table 2와 같이 화재 발생시 대형의 인명 및 재산 피해가 예상되는 건물 또는 장소로 예방 관점에서 화재에 취약한 공간적 영역 및 대상을 정의하고 있다.

본 연구는 화재 발생시 공간적 영역 및 대상에 대한 소방 활동 저해 요인을 현장 투입 소방대원으로 하여금 사전에 인지토록 함으로써 사고현장에서의 인적 오류를 최소화하고 효율적 진압 및 구조를 가능케 하기 위한 소방 활동 관점에서의 공간적 취약 영역을 식별하여 소방 활동 전주기를 대상으로 소방 활동 저해 요인을 종합적으로 분석할 수 있는 모델을 제시하는 것으로써 새로운 용어 및 개념 정의가 필요하여

다음과 같이 ‘소방취약지’에 대한 용어 정의 및 구성요소를 정의하였다.

“소방취약지(Fire-Fighting Vulnerable Zone)”는 화재 발생시 소방 활동(화재 진압, 인명 구조)을 효율적으로 수행 할 수 없도록 하는 환경적 조건을 가지고 있어 대형의 인명(시민 & 소방관) 및 재산 피해가 우려되는 공간적 영역으로 ‘화재(Threat)’, ‘대상(Target)’, ‘환경(Environment)’ 및 ‘활동(Activity)’의 4개 요소로 구성된다.

Table 3과 같은 소방취약지 구성요소 ‘화재(Threat)’, ‘대상(Target)’ 및 ‘환경(Environment)’의 속성은 조합을 통해 다양한 화재 현장의 저해 특성을 발생시켜 구성요소 ‘활동(Activity)’에 영향을 미치게 되는데 이와 같은 구성요소 속성간 조합을 통해 발생할 수 있는 현장 저해 특성을 유형화하여 기정의한 것을 소방취약지 유형(Fire-Fighting Vulnerable Zone’s Types)이라 하며 다음과 같은 개념 정의를 가진다.

소방취약지 유형은 소방취약지 구성요소 중 ‘화재(Threat)’, ‘대상(Target)’ 및 ‘환경(Environment)’의 조합으로 발생하는 화재 현장의 상태가 ‘활동(Activity)’수행의 효율을 저하시켜 대형의 인명 및 재산 피해를 발생 시킬 것으로 예상되는 공간적 저해 유형으로 정의된다.

Table 2. Existing definition for spatial domain and features in field of fire-fighting

Spatial Area & Feature	Definition
Fire-fighting objects	Installation, maintenance, and safety control of fire-fighting systems act Article 2 describes “specific fire-fighting objects” means fire-fighting objects prescribed by Presidential Decree for which fire-fighting systems should be installed In enforcement ordinance, fire-fighting objects are divided special, first and second class in article 22, and also described types of fire-fighting objects in asterisk2
Fire protect area	In framework act on fire service, Article 13 describes “the Mayor/Do governor may designate the areas prescribed by Presidential Decree, which are the areas having higher concerns over fire occurrences, such as the areas, etc. crowded with urban buildings and which are the specific zones expected to suffer greater damages in times of any fire occurrences, as the fire precaution districts”.

Table 3. Fire-Fighting Vulnerable Zone’s Components

Components	Description
Threat	general fire (A class, white) oil&gas fire (B class, yellow) electrical fire (C class, green) metal fire (D class, colorless)
Target	Building & structure Vehicle & train Woodland Hazardous commodities & gasmaking facility
Environment	natural environment artificial environment traffic environment fire-fighting environment
Activity	dispatch equipment installation command & control situation analysis resource management fire suppression & rescue

### 4. 소방취약지 유형의 정립

소방방재청의 재난현장표준작전절차(SOP)에서 규정하고 있는 대응 활동 단계는 6단계(현장출동, 장비부서, 지휘통제, 상황분석, 자원운용, 진압구조)로 구분하고 있으며 화재 대응 관점에서 핵심 대응 활동을

Table 4. The Objective and critical factors on core response activities

Fire-fighting Activity	Objective	Critical Factor
dispatch	arrive optimal fire engines on the scene in appropriate time	Fire engine time of arrival(TOA)
resource management	efficient operation of fire engines in site	Space(parking & operation) Fire water
suppression & rescue	provide timely information for suppression & rescue	Information(threat, target and environment)

Table 5. Association between core response activities and Fire-Fighting Vulnerable Zone's Components

Fire-fighting Activity	Threat	Target	Environment
dispatch	x	x	●
resource management	●	●	●
suppression & rescue	●	●	●

Table 6. Fire-Fighting Vulnerable Zone's types

Fire-Fighting Vulnerable Zone's types	Definition
Mobility Kill Zone	spatial area in which exists time delay factors from dispatch to site arrive
Operability Kill Zone	spatial area in which exists obstructive factors for equipment installation or fire water acquisition in site
Identified Hazardous Zone	spatial area in which exists identified hazardous commodities or toxic substances
Fire Vulnerability Zone	spatial area in which exists fire protect area, fire safety management object, great fire vulnerable object etc.

재구성하면 “현장출동”, “자원운용”, “진압구조”의 3단계로 재정의가 가능하며 각 단계별 핵심 대응 활동별 목표 및 핵심인자는 Table 4와 같으며 핵심 대응 활동과 소방취약지 구성요소간 연관성은 Table 5와 같다.

Table 4의 핵심 대응 활동별 핵심인자 및 Table 5의 핵심 대응 활동과 소방취약지 구성요소간 연관성을 근간하여 Table 6과 같이 4개의 소방취약지에 대한 유형을 정의하였다.

### 5. 소방취약지 유형별 모델

#### 5.1 Mobility Kill Zone

Mobility Kill Zone은 출동 지령을 받은 소방력이 출동하여 현장에 도착하기까지 시간 지연 요인이 존재하는 공간적 영역으로 ‘소방력’ 및 ‘현장도착시간’의 핵심인자로 구성되며 이를 설명하기 위한 매개변수는 Table 7과 같다[8,18,19].

소방력은 소방관서와 이에 배치되어 있는 소방장비와 소방인력으로 구성되며 지방소방기관 설치에 관한 규정 제5조와 소방력 기준에 관한 규칙 제3조에서 상

Table 7. Critical factors and parameters for Mobility Kill Zone

Critical Factor	Description	Parameter
fire engine	base on emergency rescue standard system in nema	regional fire house's fire engines
time of arrive (TOA)	time of arrive to optimal fire engine at site	regional fire house's access area
		regional structural barriers on dispatch route
		regional inaccessible area

Table 8. Access area model of fire service force

Model Name	Applied Country	Formula
RAND	USA	$T=0.65+1.7D$ , T:time (min), D:distance (mile)
RANDdrived	Japan	$V=-(2 \times 10^{-5})p+0.64$ , V:velocity (km/min), p=population density (person/km <sup>2</sup> )

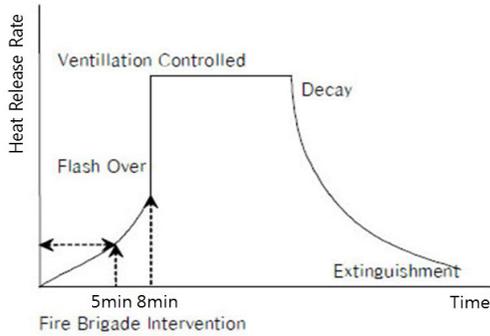


Figure 2. Fire growth curve

세 기준을 규정하고 있다. 본 연구에서는 시도소방본부에서 활용하고 있는 ‘긴급구조표준시스템 출동대편성 기준’을 준용하여 지역별 119안전센터 소방력을 적용토록 하였으며 지역별 119안전센터 접근 면적은 Table 8에 설명되어 있는 미국 RAND사가 개발한 선형계획모델과 일본 소방력 배치기준 산정시 사용하는 RAND모델의 변형인 소방관서별 접근면적 공식을 적용하였다[14]. 일본 소방방재청에서 사용하고 있는 모델은 RAND모델에 인구밀도를 감안하여 인구밀도가 높으면 주행속도가 낮을 것이라고 전제를 가지고 있는 것이 특징이다.

Mobility Kill Zone 유형에서 가장 중요한 인자는 현장도착시간으로 통상 골든타임으로 불려지는 5분 내 현장 도착을 목표하고 있는데 이와 같은 설정은 Figure 2의 화재성장곡선에 근거하고 있는 것으로 소방력 이 5분내 개입하지 않으면 해당 건물을 화재로부터 보호할 수 없거나 인근 건물로 화재가 연소 확대된다는 화재 모델의 실험에 기초하고 있는 것이다[8].

소방력 출동 구조 장애는 시간지연 속성과 접근곤란 속성으로 구성되며 대표적인 시간지연 속성으론 중앙분리대, 좌회전금지, 불법주정차 등이 있으며 접근곤란 속성으론 회전반경, 도로폭, 통과높이, 도로가 없는 경우이며 이 중 중앙분리대 및 좌회전금지로 인한 시간지연이 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었다[15]. Mobility Kill Zone 유형의 매개변수는 Table 9와 같이 지역별 119안전센터 소방력, 지역별 119안전센터 접근 면적, 지역별 소방력 출동로 구조 장애, 지역별 소방력 접근불가지역의 4가지로 구성된다 [4,10,14].

### 5.2 Operability Kill Zone

Operability Kill Zone은 현장에 도착한 소방력이 장

Table 9. The specific criteria of Mobility Kill Zone's parameters

regional fire house's fire engines	
model	-
criteria	-
data	regional fire house address(location)
	present possession of regional fire house's fire engine(type/number)
	base on emergency rescue standard system in nema
fire engine types in nema	
regional fire house's access area	
model	Model1(T=0.65+1.7D, T:time(min), D:distance(mile)) Model2(V=-((2x10-5)p)+0.64, V:velocity(km/min), p=population density(person/km2))
criteria	ToA > 5min, 8min
data	regional fire house address(location)
regional structural barriers on dispatch route	
model	inside turning radius $\sqrt{R^2-l^2}-(T+t)$
	outside turning radius $\sqrt{(l+Of)^2+(W+Ri)^2}$ T=wheel track, l=wheel base, Of=before overhang, R=minimum turning radius, Ri:inside turning radius
criteria	road width < 4m, clearance < 4.5m outside turning radius general appliance < 10m, aerial appliance < 11m
data	regional fire house address(location)
	specification of fire engine types in nema regional time delay sectors(no-left turn, median strip installation, illegal parking etc)
regional inaccessible area	
model	-
criteria	-
data	management card of provincial structural barriers on dispatch route, nema

비 부서 및 소방용수 점령 등과 같은 자원 운용 곤란요인이 존재하는 공간적 영역으로 ‘공간’ 및 ‘소방용수’의 핵심 인자로 구성되며 이를 설명하기 위한 매개변수는 Table 10과 같다.

소방방재청이 운영하고 있는 소방차량 유형은 펌프차, 물탱크차, 고가사다리차를 포함하여 12종이 있으

Table 10. Critical factors and parameters for Operability Kill Zone

Critical Factor	Description	Parameter
space	Space(parking & operation)	no space area for fire engine
fire water	fire water acquisition	regional fire water location

(General Appliance Access)



(Aerial Appliance Access)

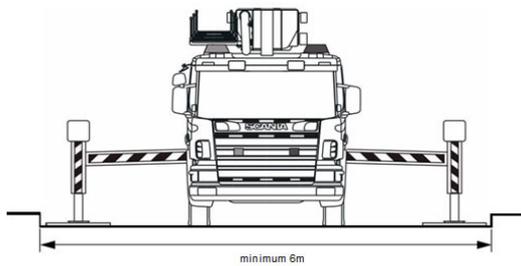


Figure 3. The minimum parking and spreading space for fire engines

Table 11. The specific criteria of Operability Kill Zone's parameters

no space area for fire engine	
model	-
criteria	parking width: general appliance < 4m, aerial appliance < 6m separation distance: $W = \frac{H}{\tan\theta}$ W=separation distance, H=building height, $\theta$ =climb angle
data	-
regional fire water location	
model	-
criteria	fire water location > 150m (based on fire site position)
data	regional fire water location

Table 12. Critical factors and parameters for Identified Hazardous Zone

Critical Factor	Description	Parameter
location	spatial location of hazardous commodities or toxic substances	location of hazardous commodities or toxic substances
characteristics	characteristics of hazardous commodities or toxic substances	characteristics information of hazardous commodities or toxic substances

며 장비 부서 및 운영 관점에서 중요한 요소는 장비의 조차 및 전개 공간을 확보하는 것이다[16].

이를 위한 소방 차량의 분류는 일반장비(General Appliance Access)와 고가장비(Aerial Appliance Access)로 구분 될 수 있으며 펌프차나 물탱크차가 포함되는 일반장비와 고가사다리차나 굴절사다리차가 포함되는 고가장비의 조차 및 전개 최소 필요 공간을 살펴보면 Figure 3과 같다.

또한, 고가사다리차의 경우 상승각도에 따라 건물과의 이격거리를 확보 할 수 있어야 고가사다리를 전개하여 운영할 수 있는데 최신 주상복합건물이나 아파트단지의 경우 지상에 설치된 각종 편의시설이나 조정시설로 인해 필요한 이격거리를 확보하는데 곤란한 경우가 발생하고 있는 것이 조사되었다. Operability Kill Zone 유형의 매개변수별 상세 내용을 살펴보면 Table 11과 같다.

### 5.3 Identified Hazardous Zone 및 Fire Vulnerability Zone

Identified Hazardous Zone은 식별된 위험물, 유해물이 존재하는 공간적 영역으로 Table 12와 같이 ‘위치’, ‘특성’의 핵심 인자를 가지고 있으며 Fire Vulnerability Zone은 기존 소방기본법, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 등에서 규정하고 있는 화재경계지구, 소방안전관리대상물, 대형화재취약대상으로 분류된 건축물 또는 공간적 영역으로 각 지방소방본부가 관할구역을 조사하여 관리하고 있다[5,20].

## 6. 요약 및 결론

본 연구는 기존 연구에서 주로 다루어져 왔던 화재취약지와 새롭게 정의한 소방취약지간의 차별성을 설

명하고 신고 접수후 현장출동에서 진압·구조까지의 소방 활동 전단계와 출동위치에서 사고현장까지의 공간적 영역에서 발생할 수 있는 소방 활동 저해 요인을 식별하여 현장에 투입되는 소방관들에게 사고 현장 및 기반 환경에 대한 상황인지 역량을 강화시킴으로써 효율적인 현장 대응 및 소방관 안전을 증진시킬 수 있도록 하는 소방취약지 모델을 제시하였다. 또한, 소방취약지 모델을 정의하기 위해 화재사고를 대상으로 소방방재청의 재난현장표준작전절차에 기술되어 있는 6단계 소방 활동을 3개의 핵심 소방 활동으로 재분류하고 목표 및 핵심 요인을 정의하고 핵심 소방 활동 단계에서 발생하게 되는 소방 활동 저해 요인을 식별하여 Mobility Kill Zone, Operability Kill Zone, Identified Hazardous Zone 및 Fire Vulnerability Zone의 4가지 소방취약지 유형을 제시하였다. 이와 같이 제시된 소방취약지 유형에 대해 소방 활동 단계별 목표 및 핵심 요소를 활용하여 유형별 특성을 정의하고 정의된 유형별 특성을 설명하기 위해 매개변수 및 기준을 제시함으로써 소방취약지 유형을 모델화하였다. 본 연구 결과는 전국 시도 소방본부 관할구역에 대한 소방취약지 유형 분석, 소방 활동 성능 개선을 위한 정책 수립 및 의사 결정 과정에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

## References

- [1] City of Oceanside, CA, 2012, Fire service and resource deployment analysis.
- [2] City of Seoul, Commission of Construction and Building, 2013, Improvement Measures for Mitigating Obstacles for Fire Fighting.
- [3] Fremont Fire Department, 2002, Standards of Coverages Part 1.
- [4] International code council, 2012, International fire code.
- [5] Kim, M. G; Joo, Y. J; Park, S. H. 2013, Risk Evaluation and Analysis on Simulation Model of Fire Evacuation based on CFD - Focusing on Incheon Bus Terminal Station, 21(6):43-55.
- [6] Kim, S. G; Chung, S. B; Lim, K. K; Park, M. J. 2013, Developing Incident Response Manuals Standardized for Transporting Hazardous Materials, Journal of Korean Society of Hazard Assessment and Management 13(1): 235-241.
- [7] Kim, W. S; Lee, J. I. 2013, A Study on Development Plans on Response of Disaster Situations-Focused on the Seoul Disaster Management Center, Journal of Safety Management Science 15(2): 103-111.
- [8] Kinsley, J. V. 2009, Analysis 911 Call Processing Times for Emergency Medical Services.
- [9] Korean Fire Service Academy, 2012, Practical Handbook of Fire Engines and Equipments.
- [10] Lai, J. Y; Chen, T; Shen; S. F; Yuan, H. 2007, Integrating Common Vehicles' Actions Into The Travel Time Assessment Of Fire Engine. AOFST 7.
- [11] Meyer, E. 2011, Performing Location Allocation Measures with a GIS for Fire Stations in Toledo, Ohio, The University of Toledo.
- [12] Munk, S. 2004, Situational awareness(data) bases in military command and control, AARMS (Atlantic Association for Research in the Mathematical Science, 3(3):373-385.
- [13] National Emergency Management Administration, Standard Operation Procedure for disaster scene (SOP).
- [14] National Emergency Management Administration, 2008, A Study of Resource Allocation of Fire Fighting Resources.
- [15] National Emergency Management Administration, 2013, Management Card for Obstacle Factor to approach to fire scene: Si-Do Based Report.
- [16] National Fire Fighter Near-Miss Reporting System, 2012, National Fire Fighter Near-Miss Reporting System Analysis Report.
- [17] Park, I. H; Jun, C. M; Lee, J. Y. 2008, GIS-based Fire Evacuation Simulation using CA Model, 16(2): 157-171.
- [18] Sunnyvale Department of Public Safety, 2012, Requirements for fire department vehicle access.
- [19] Thomson, K. S. 2012, Fire Department Performance Management: Is Public Policy on the Map? [Online] Available: Fireengineering <http://www.fireengineering.com/>.
- [20] WorkSafe Victoria, 2012, Safe distances when using explosives.

---

논문접수 : 2014.5.5  
수정일 : 2014.6.27  
심사완료 : 2014.6.30