

[Research Paper]

화재대응 실패요인 분석을 통한 현장지휘관 훈련용 콘텐츠 시나리오 개발 연구

천우영 · 이지희^{*†} · 김형준^{**}

계명대학교 인텔리전트 건설시스템 핵심지원센터 박사급연구원, *경북대학교 건설환경에너지융합기술원 연구교수,

**한국건설생활환경시험연구원 실화재센터 책임연구원

Development of Training Scenario Content for On-Site Commanders through Analysis of Response Failure Factors

Woo-Young Chun · Ji-Hee Lee^{*†} · Hyung-Jun Kim^{**}

Doctoral Research Engineer, Intelligent Construction System Core-Support Center, Keimyung University,

*Research Professor, Advanced Technology Institute of Construction Environmental Energy, Kyungpook National University,

**Principal Research Engineer, Real-scale Fire Testing and Research Center, Korea Conformity Laboratories

(Received April 28, 2021; Revised May 12, 2021; Accepted May 17, 2021)

요 약

본 연구의 궁극적 목적은 실제 화재현장에서 소방활동 현장지휘관의 대응역량 강화를 위한 훈련용 콘텐츠를 개발하기 위함이다. 소방활동시 화재대응이 미흡했던 과거의 화재사례를 분석해 본 결과, 화재조사를 통한 다양한 원인 분석과 그에 따른 대응분석이 가장 중요한 단계임을 알 수 있었다. 또한 화재발생은 동일한 상황이 재현되지는 않았지만, 원인과 대응은 비슷한 범주로 카테고리화 할 수 있었다. 본 연구에서는 건물유형별 주요 화재발생 원인분석을 통하여 소방활동시 빈번하게 발생하는 다양한 문제점 및 화재대응 실패요인을 분석하였다. 본 연구는 이러한 고려사항들을 토대로 시나리오를 개발하고 콘텐츠에 적용할 수 있도록 분석한 과정이다.

ABSTRACT

The aim of this study was to develop training content to strengthen the response capabilities of on-site commanders in actual fire sites. By analyzing past fire cases with insufficient fire responses during firefighting activities, it was determined that analyzing the causes through fire investigations and their corresponding responses is an important step. In addition, although identical fire occurrence situations cannot be reproduced, the causes and responses could be categorized similarly. In this study, the various problems occurring frequently during firefighting activities and factors affecting the response failures were analyzed according to the main causes of fires by building type. Thus, various training scenarios were developed and applied based on the above considerations.

Keywords: Firefighting activities, Fire response, Failure factors, Training scenario, Developing contents

1. 서 론

화재현장의 소방활동은 예측 불가능한 변수들이 항상 존재하며, 동일한 상황이 재현되지 않는 복잡하고 다급한 활동이다⁽¹⁾. 최근 이러한 상황에 대한 대응역량 강화를 위한 교육훈련 필요성이 강조되고 있다⁽²⁾. 현장지휘관 지휘능력, 현장대원 개인과 팀 역량, 대응전략 수립, 적절한 자원 배치 등은 화재대응 성공여부를 판단하기 위한 중요한 요

소로 작용한다⁽³⁾. 기존의 반복적인 교육훈련과 더불어 화재 대응 문제점 분석을 통한 다양한 화재현장에서의 대응전략 수립을 위한 교육훈련이 매우 중요하다⁽⁴⁾.

화재대응이 미흡했던 과거의 화재사례를 분석해 본 결과, 화재조사를 통한 원인분석과 그에 따른 대응분석이 가장 중요한 단계임을 알 수 있었다⁽⁵⁾. 또한 화재발생은 동일한 상황이 재현되지는 않았지만, 원인과 대응은 비슷한 범주로 카테고리화 할 수 있었다⁽⁶⁾.

[†] Corresponding Author, TEL: +82-53-950-7654, FAX: +82-53-950-7656, E-Mail: jihee@knu.ac.kr

© 2021 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

따라서 본 연구의 궁극적 목적은 실제 화재현장에서 현장지휘관의 대응역량 강화를 위한 훈련용 콘텐츠 시나리오를 개발하기 위함이다. 건물유형별 화재발생 원인분석으로 소방활동시 빈번하게 발생하는 다양한 문제점 및 화재대응 실패요인을 분석한 시나리오를 개발하였다. 본 연구는 이러한 시나리오 개발 단계에서 다양한 고려사항이 콘텐츠에 반영될 수 있도록 분석한 과정이다.

2. 건물유형별 주요 화재발생 원인분석

현장지휘관의 대응역량 강화를 위한 훈련용 콘텐츠 개발을 목적으로 소방청 국가화재정보센터 화재통계 Data System⁽⁶⁾을 활용하여 최근 10여년간(2007~2020년도) 주요 화재발생 원인을 분석하였다.

화재조사 및 보고규정은 소방기본법 제 5장 화재조사의 집행과 보고 및 사무처리에 필요한 사항을 정하는 목적이며, 화재원인조사에서는 발화원인, 발견, 통보 및 초기소화상황, 연소상황, 피난상황, 소방·방화시설 등의 조사로 이루어진다⁽⁷⁾.

발화의 최초원인이 되는 불꽃 또는 열을 의미하는 “발화열원”이 무엇인가에 따라 화재양상과 연소확대 여부가 결정된다. 그 발화열원에 의해 불이 붙고, 이 물질을 통해 제어하기 힘든 화재로 발전한 가연물이 “최초착화물”이며, 연소확대되는 연소상황 중 “연소확대사유”를 조사한다.

이러한 화재통계 Data System을 활용해 건축구조물 화재의 대표적 발화열원, 최초착화물, 연소확대사유에 대한 화재발생 현황분석을 실시하였다(Figures 1~3).

발화열원은 작동기기에 의한 것이 가장 많았으며, 다음은 담뱃불/라이터불, 불꽃/불티, 원인미상, 마찰/전도/복사, 기타 순이었다(Figure 1).

최초착화물은 종이/목재/건축에 의한 것이 가장 많았으며, 다음은 전기/전자제품, 쓰레기류, 합성수지, 원인미상, 식품, 기타 순이었다(Figure 2).

연소확대사유는 가연성물질 급격한 연소에 의한 것이 가장 많았으며, 다음은 화재인지/신고지연, 기상(건조/강풍), 기타 순이었다(Figure 3).

이러한 분석결과를 바탕으로 7가지 건물유형별(단독주택, 공동주택, 숙박시설, 의료시설, 공장시설, 창고시설, 역사터미널) 주요 화재발생 원인을 분석하였다(Figures 4~10).

화재발생 주요원인은 크게 세가지 범주(부주의, 전기적 요인, 기계적 요인)로 구분할 수 있다.

부주의인 경우는 음식물조리중, 담배꽂초, 불씨불꽃화원 방치, 불장난, 가연물 근접방치, 빨래삶기, 용접/절단/연마, 쓰레기 소각, 유류취급중, 폭죽놀이, 논임야태우기 등에 의한 순서로 나타났다.

전기적요인의 경우는 미확인단락, 절연열화에 의한 단락, 과부하/과전류, 트래킹에 의한 단락, 접촉불량에 의한 단락, 압착손상에 의한 단락, 누전지락, 반단선, 층간단락

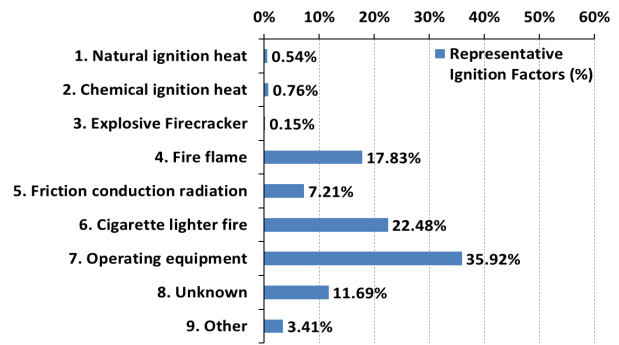


Figure 1. Representative ignition factors of fires from 2007 to 2020.

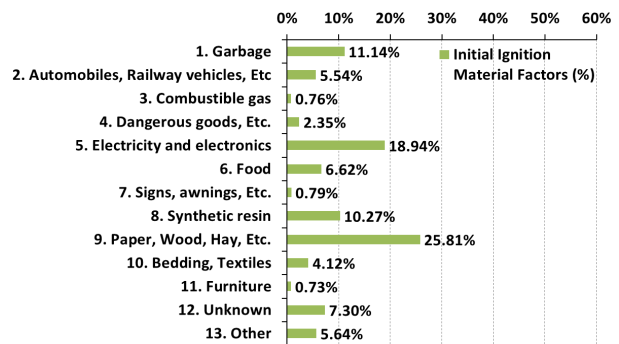


Figure 2. Initial ignition material factors of fires from 2007 to 2020.

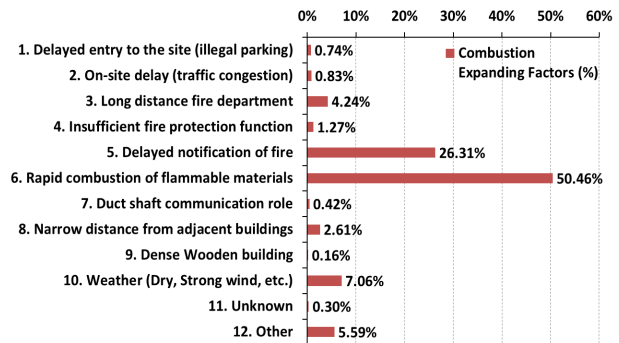


Figure 3. Combustion expanding factors of fires from 2007 to 2020.

등으로 나타났다.

기계적요인의 경우는 과열과부하, 자동제어실패, 정비불량, 오일연료누설, 노후, 수동제어실패, 역화 등에 의한 것으로 나타났다.

단독주택, 공동주택, 창고시설의 경우는 부주의에 의한 화재가 절반 이상을 차지하였다. 단독주택과 공동주택에서는 음식물조리중에 발생한 화재가 가장 많았으며, 창고시설은 담배꽂초, 쓰레기 소각 등이 주요원인으로 나타났다.

숙박시설, 의료시설, 역사터미널은 전기적요인-부주의에 의한 화재가 대부분의 비중을 차지하였다. 특히 전기적요인 중 숙박시설은 미확인단락, 의료시설은 절연열화에 의한 단락, 역사터미널은 과부하/과전류가 주요원인이었다.

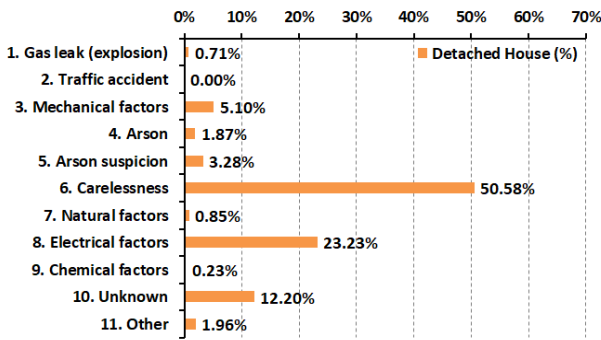


Figure 4. The causes of fire by detached house.

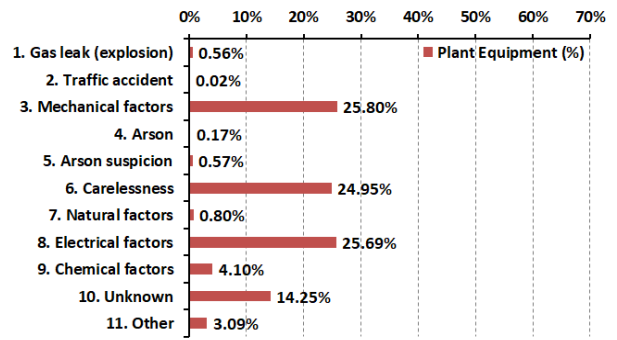


Figure 8. The causes of fire by plant equipment.

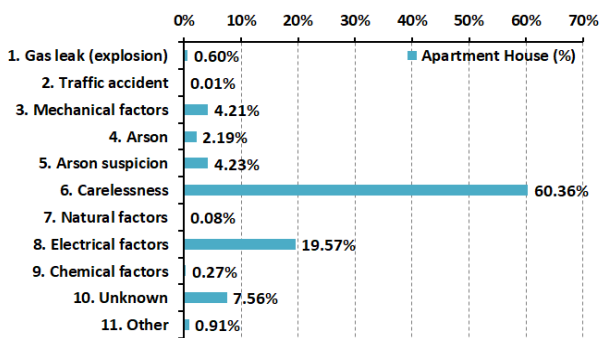


Figure 5. The causes of fire by apartment house.

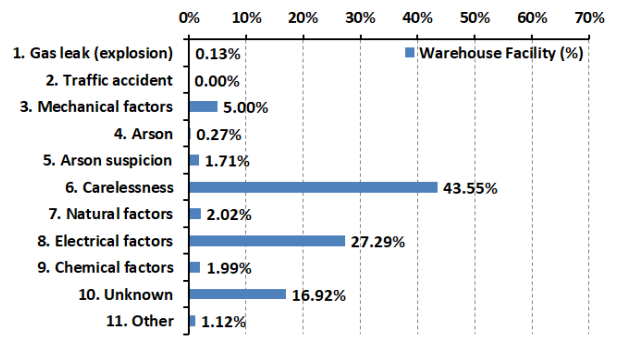


Figure 9. The causes of fire by warehouse facility.

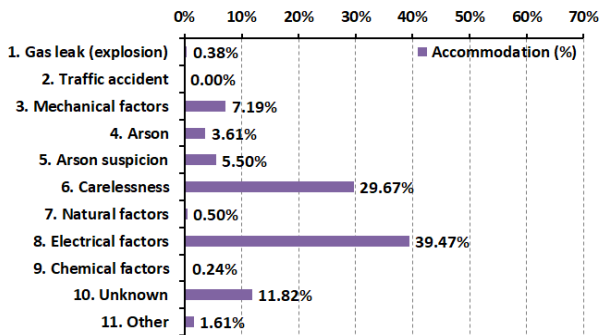


Figure 6. The causes of fire by accommodation.

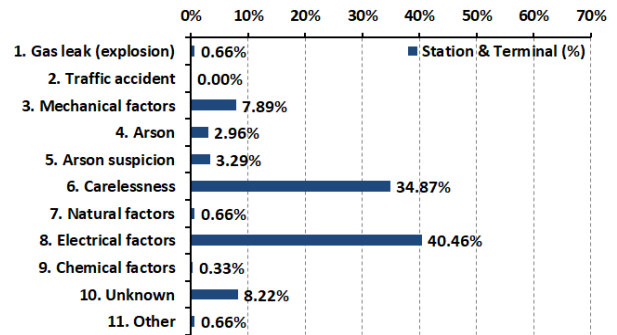


Figure 10. The causes of fire by station & terminal.

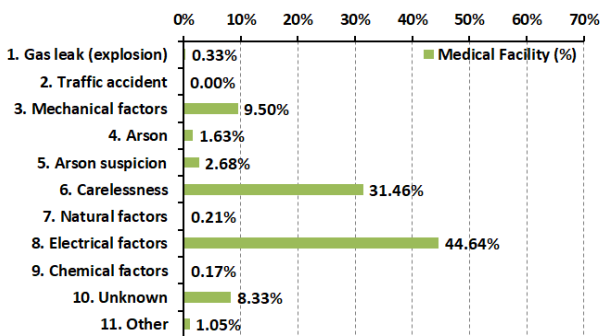


Figure 7. The causes of fire by medical facility.

공장시설의 경우는 기계적요인-전기적요인-부주의에 의한 화재가 과반수 이상의 비중을 차지하였다. 특히 기계적요인 중 과열/과부하, 자동제어실패 등이 가장 많았다.

이러한 건물유형별 주요 화재발생 원인분석을 통하여 소방활동시 발생하는 다양한 문제점 분석후 시나리오 개발 및 콘텐츠에 반영하였다.

3. 소방활동시 화재대응 실패요인 분석

소방활동시 화재대응 실패요인은 2장에서 도출한 건물유형별 주요 화재발생 원인분석 결과를 기반으로 분석하였다.

Table 1. The Analysis Results of Fire Response Failure Factors during Firefighting Activities

Failure causes	Main factors	Checking problems of fire response stage					
		1	2	3	4	5	6
(1) Cognitive problems of fire accident	Bedtime fire	√	√	√	√	√	√
	Absence of alarm facilities				√	√	√
	Alert unrecognized				√	√	√
	Defective warning facilities				√	√	√
(2) Building materials and structural problems	Single evacuation route				√	√	√
	Combustible materials				√	√	√
	Insufficient fire prevention compartment				√	√	√
	Emergency exit closure				√	√	√
	Illegal facilities				√	√	√
	Labyrinth structure				√	√	√
	Wooden structure				√	√	√
(3) Fire extinguishing facilities and equipment problems	Steel structure				√	√	√
	Absence of firefighting facilities				√	√	√
(4) Problems of self-response to initial action	Defective fire extinguishing equipment				√	√	√
	119 Delay in reporting fire	√	√	√			
	Early fire suppression failure				√	√	√
	Lack of residents' awareness	√	√	√			
(5) Rapid combustion expansion problem	Absence of evacuation facilities				√	√	√
	Excessive combustible materials				√	√	√
	Arson				√	√	√
(6) Problems with unfavorable firefighting conditions	Gas explosion				√	√	√
	Concern about building collapse			√	√	√	√
	Narrow on-site access route			√	√	√	√
	Long-distance fire department			√	√	√	√
	Illegal parking			√	√	√	√

1. Delay in receipt of fire 2. Delay of on-site dispatch 3. Delay of arrival on-site 4. Difficulty in evacuation 5. Difficulty in saving lives 6. Difficulty in extinguishing fire

6가지 대응단계(화재접수, 현장출동, 현장도착, 피난대피, 인명구조, 화재진압)로 구분하여 소방활동시 화재대응 실패요인에 대한 주요인자를 분석하였다(Table 1). 화재현장의 문제점을 다음과 같이 6가지(화재사실 인지, 건축재료 및 구조, 소화시설 및 설비, 자체 초동대응, 급격한 연소 확대, 소방활동 악조건)로 구분하고, 총 25가지 주요인자로 설정하여 콘텐츠에 반영하였다.

3.1 화재사실 인지적 문제

본 문제에서는 화재대응 실패요인을 4가지 주요인자로 구분하였다. 즉, 건물 관계자가 잠자고 있는 상황에서 발생한 “취침시간대 화재”의 경우는 화재접수~화재진압 단계 전체에 영향을 미치며, 경보시설 부재, 경보 미인지, 경보 설비 불량 등의 경우는 피난대피~화재진압 단계에 영향을 주

는 주요인자로서 반영하였다.

3.2 건축재료 및 구조적 문제

본 문제에서는 8가지 주요인자로 구분하였다. 화재 발생시 피난이 불리한 상황에서 많은 사망자 수가 발생한다. 따라서 이러한 인명피해와 상관성이 매우 높은 단일 피난로, 가연성 건축자재, 방화구획 미흡, 비상구 폐쇄, 불법시설, 미로형 구조, 목조구조, 철골구조의 경우를 피난대피~화재진압 단계에 영향을 주는 주요인자로서 반영하였다.

3.3 소화시설 및 설비적 문제

본 문제에서는 화재대응 실패요인을 2가지 주요인자로 구분하였다. 화재현장에서 자동으로 초기진압하거나 확산을 방지할 수 있지만 “소화시설 부재”의 경우와 스프링클

리 등의 자동소화설비가 갖추어져 있으나 제대로 작동하지 않거나 그 효과가 미비한 “소화설비 불량”의 경우를 피난 대피~화재진압 단계에 영향을 주는 주요인자로서 반영하였다.

3.4 자체 초동대응 문제

본 문제에서는 4가지 주요인자로 구분하였다. 화재 발생 직후 관할 소방서에 “119 화재신고 지연”의 경우와 관계자의 안전의식 부재로 인해 화재사실을 재실자에게 알리지 않고, 홀로 대피한 “주민의식 결여”의 경우는 화재접수~현장도착 단계에 영향을 미치며, 출동한 소방대가 현장에 도착하기 전에 건물 관계자가 미리 소화기나 옥내소화전 등을 활용하여 자체 대응을 제대로 하지 않은 “초기화재 진압실패”의 경우와 건물내 대피시설 자체가 없는 “대피시설 부재”의 경우를 피난대피~화재진압 단계에 영향을 주는 주요인자로서 반영하였다.

3.5 급격한 연소확대 문제

본 문제에서는 화재대응 실패요인을 3가지 주요인자로 구분하였다. 화재 대상물 내 급격한 연소확대 및 화재확산 정도에 따라 “과도한 가연성 물질”, “방화”, “가스폭발”의 경우를 피난대피~화재진압 단계에 영향을 주는 주요인자로서 반영하였다.

3.6 소방활동 약조건 문제

본 문제에서는 4가지 주요인자로 구분하였다. 소방활동을 전개하는 과정에 있어 원활한 작전 수행이 불가능하거나 대응이 곤란한 현장상황에 따라 “건물 붕괴 우려”, “좁은 현장 진입로”, “원거리 소방서”, “불법주차”의 경우를 현장도착~화재진압 단계에 영향을 주는 주요인자로서 반영하였다.

4. 소방활동 현장지휘관 훈련용 콘텐츠 시나리오 개발

소방활동 현장지휘관 훈련용 콘텐츠 시나리오는 전·현직 소방공무원과의 회의 및 인터뷰로 필요한 핵심역량(상황판단력, 커뮤니케이션, 의사결정력)을 도출하여 시나리오 체계를 구축하였다⁸⁾. 이러한 연구수행 과정을 토대로 개발된 시나리오는 소방청 리빙랩 사업을 통해 여러 전문위원의 평가/자문으로 검증을 받아 콘텐츠로 개발되었다(Figure 11).

개발 콘텐츠의 교육훈련 대상자는 실제 화재현장 지휘경험이 비교적 적은 초급현장지휘관이며, 직급별 소방서장(소방정)을 중심으로 현장지휘팀장(소방령), 구조대장(소방경), 119안전센터장(소방위)까지의 범위이며, 화재대응 단계는 대응1단계(관할 소방서 인력 및 장비 총 출동) 수준으로 설정하였다.

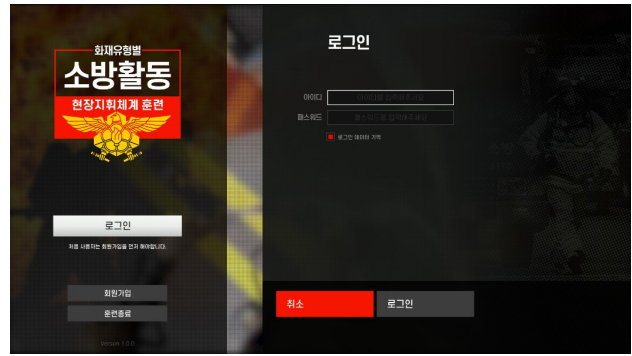


Figure 11. Login screen of training contents for on-site commanders in firefighting activities.



Figure 12. Development of training contents for on-site commanders in firefighting activities.

기존 시나리오 연구⁸⁾에서 구축한 SOP기반의 1단계(기본학습), 2단계(자가진단/테스트 형식) 훈련과 소방활동시 화재대응 실패요인 분석을 통하여 3단계(브레인스토밍) 형식으로 다양한 화재현장에서 대응전략 수립이 가능하도록 다음과 같이 교육훈련 시나리오 체계로 콘텐츠를 구성하였다(Figure 12).

4.1 훈련 상황 초기설정

4.1.1 화재발생 시기·시간대 설정

화재발생 시기별(봄, 여름, 가을, 겨울), 시간대별(0~3시, 3~6시, 6~9시, 9~12시, 12~15시, 15~18시, 18~21시, 21~24시)로 구분하여 훈련상황 초기설정이 가능하도록 구성하였다.

4.1.2 화재건물 유형·현장상황 설정

화재건물 유형별(단독주택, 공동주택, 숙박시설, 의료시설, 공장, 창고시설, 역사터미널), 현장상황별(화재현장 문제점, 화재확산 주요원인, 인명피해 발생요인)로 구분하여 훈련상황 초기설정이 가능하다.

4.1.3 화재원인(방화, 실화) 설정

화재원인별 방화(방화, 방화의심), 실화(부주의, 가스누

출/폭발, 전기적 요인, 기계적 요인, 화학적 요인, 자연적인 요인, 미상)로 구분하였다.

4.1.4 119 신고접수 유형선택

119 신고접수 유형별(유아나 아동이 신고, 만취자가 신고, 언어가 부자연스러운 사람이 신고, 신고자가 흥분한 상태, 통행인이나 목격자가 신고, 부탁받은 사람이 신고, 관찰 외 지역에서 신고, 화재 발생지 오인으로 신고)로 구분하여 구성하였다.

4.2 화재현장 출동 시 소방활동

4.2.1 상황실과의 지령 및 정보파악

119신고 접수를 받고 출동하는 소방대가 상황실과의 지령 및 정보파악을 위한 화재현장 출동시 대비책 I(화재정보파악 및 유관기관 전파, 출동경로 정보제공, 출동대 안전점검 확인)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.2.2 화재현장 신속도착 및 안전 확보

출동 소방대가 화재현장에 신속도착 및 최대한의 안전 확보를 위한 화재현장 출동시 대비책 II(화재상황파악 ↔ 상황실, 안전점검/Buddy 확인 및 보고, 선착대 출동경로 정보 전파)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.2.3 화재현장 정보수집 및 상황판단

화재현장에 대한 다양한 정보수집 및 상황판단을 위한 화재현장 출동 시 대비책 III(출동 중 화재정보 파악, 각 출동대 안전점검 지시, 현장상황파악, 최적 지휘장소 지정, 차량부서계획수립, 현장 이동 중 상급지휘관에게 재난상황 보고)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.3 화재현장 도착 시 소방활동

4.3.1 상황실과의 상황판단 및 교신

도착 소방대가 상황실과의 상황판단 및 교신을 위하여 화재현장 도착시 대응책 I(선착대로부터 상황접수, 선착대(지휘대) 추가 소방력 필요여부 확인, 지휘권 판단여부 확인, 전담대 선착여부 확인, 현장지휘관 및 안전점검관 지정 여부 확인, 현장통제 등 유관기관 협조여부 확인, 언론브리핑여부 확인)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.3.2 화재현장 현장확인 및 상황보고

현장확인 및 상황보고를 위하여 도착 시 대응책 II(최초 현장상황보고, 자체 조치가능 또는 추가대 필요여부 요청, 지휘권 판단 보고, 전담대 선착활동 여부 보고, 지휘권 선언, 현장안전점검관 지정 및 상황보고, 추가 소방력 필요여부 판단, 출동대별 위치지정, 현장진입 전 안전 확인 지시,

출동대별 세부 임무부여, 상황판 설치여부 판단)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.3.3 현장 도착 시 의사결정 및 현장지휘

의사결정 및 현장지휘를 위하여 도착 시 대응책 III(언론브리핑 필요여부 보고, 소방서장 도착시 지휘권 이양, 지휘권이양 판단 후 지휘권 선언 및 안전점검관 지정선언, 보고선 판단 유선 지휘보고, 상황판단회의 후 기능별 대응 우선순위 결정)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.4 화재상황 확대 시 소방활동

4.4.1 상황실과의 상황관리 및 전파

상황실과의 상황관리 및 전파를 위하여 화재상황 확대 시 대응책 I(상부보고/유관기관 통보, 상황실 언론대응담당 지정, 상황관리 지속 업데이트 및 추가 정보제공, 현장 자원 요청사항 확인 및 전파)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.4.2 상황 확대 시 의사결정 및 현장지휘

화재상황 확대시 의사결정 및 현장지휘를 위한 대응책 II(최적소 차량부서 및 현장활동, 진압대장 도착시 지휘권이양, Buddy System에 의한 2인 1조 상호간 안전수시점검, 현장 통제구역 설정, 방면 지휘/진압활동, 현장 지휘권 확보, 지휘부 상황보고 전담자 지정, 대외 협조사항 요청, 언론브리핑 주기적 실시)을 수립할 수 있도록 구성하였다.

4.5 훈련상황 최종안료

4.5.1 훈련종료

훈련이 모두 종료되면 교육생이 직접 수립한 대응전략은 Web을 통해 확인할 수 있다.

4.5.2 훈련결과 취합

훈련결과는 Web을 통해 보고서 형식으로 취합되고 서버를 통해 관리되도록 구성하였다.

4.5.3 훈련결과 토의

훈련결과는 보고서 형태로 정리되어 관할 소방서에서 자체적인 브레인스토밍 방식의 토의가 가능하다.

4.5.4 개선책 마련

훈련에 참여한 교육생은 브레인스토밍 방식의 토의를 통해 본인이 수립한 대응전략 중 부족했던 부분을 보완하고 개선책 마련이 가능하도록 구성하였다.

5. 결 론

본 연구는 화재대응 실패요인 분석을 통한 현장지휘관

훈련용 콘텐츠 시나리오 개발에 관한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 소방활동시 화재대응이 미흡했던 과거 화재사례를 분석한 결과에서 화재조사를 통해 다양한 원인분석과 그에 따른 대응분석이 가장 중요한 단계임을 알 수 있었으며, 매번 동일한 화재상황이 재현되지는 않았지만, 원인과 대응은 비슷한 범주로 카테고리화 할 수 있었다.

2) 시나리오 다양성 확보를 위해 소방청 국가화재정보센터 화재통계 Data System을 적극 활용하여 건물유형별 주요 화재발생 원인분석과 소방활동시 빈번하게 발생하는 다양한 문제점 및 화재대응 실패요인의 분석을 통하여 시나리오 개발 단계에서 다양한 고려사항을 콘텐츠에 반영할 수 있었다.

3) 시나리오는 전·현직 소방공무원과의 회의 및 인터뷰 과정을 통해 현장지휘관에게 필요한 핵심역량을 도출하여 시나리오 체계를 구축하였으며, 이러한 연구수행 과정을 토대로 개발된 시나리오는 소방청 리빙랩을 통해 전문가 평가/자문으로 검증받아 콘텐츠로 개발되었다.

4) 시나리오의 전반적인 구성은 SOP기반의 1단계 : 기본 학습 형식, 2단계 : 자가진단/테스트 형식의 교육훈련과 더불어 본 연구에서는 소방활동시 화재대응 실패요인 분석을 통하여 3단계 : 브레인스토밍 형식으로 다양한 실제 화재 현장에서 대응전략 수립이 가능하도록 교육훈련 시나리오 체계를 구축하여 콘텐츠를 구성하였다.

5) 본 연구는 이러한 고려사항들을 토대로 시나리오를 개발하고 콘텐츠에 적용할 수 있도록 분석한 과정이며, 현재 본 연구를 통해 개발된 시나리오 기반의 현장지휘관 훈련용 콘텐츠는 PC버전과 모바일 버전으로 제작이 완료되어 추후 일선 소방서 단위로 보급화하여 시범운영을 실시할 예정이다.

후 기

본 연구는 소방청 소방대응력 향상을 위한 연구개발사

업(2018-NFA002-005-01030000-2020) 및 2019학년도 경북대학교 국립대학육성사업 지원비에 의해 수행된 연구임.

References

1. J. H. Lee, W. Y. Chun and H. J. Kim, "A Study on Mission Investigation Competency of Site Commander", Proceedings of 2019 Fall Annual Conference, Fire Science and Engineering, p. 83 (2019).
2. W. S. Song, S. H. Ham and M. O. Yoon, "A Study on the Necessity and Contents of the Installation Criteria of the Fire Suppression Education & Training Facilities", Fire Science and Engineering, Vol. 28, No. 3, pp. 62-71 (2014). <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2014.28.3.062>.
3. M. G. Yoon, "A Study on the Improvement Plan for Strengthening Initial Response Command Capabilities in the Fire Field", Master's thesis, University of Seoul (2019).
4. E. G. Ham, K. S. Jeong, W. H. Kim, K. R. Kim, J. H. Kim and W. I. Joung, "A Study on Fire Fighting Problem Analysis and Response Strategy", Fire Science and Engineering, (Publication Registration No. 11- 1661000-000015-01) (2018).
5. W. Y. Chun, H. J. Kim and J. H. Lee, "Investigation and Factors Analysis of Fire Response Failure Cases in Firefighting Activities by Building Types", Proceedings of 2020 Fall Annual Conference, Fire Science and Engineering, p. 113 (2020).
6. National Fire Service Agency, National Fire Data System (<https://www.nfds.go.kr/stat/general.do>).
7. Fire Tactics I (Fire1~3), "National Service Academy" (2019).
8. W. Y. Chun, J. H. Lee and H. J. Kim, "A Study on the Development of Training Content Scenarios for On-Site Commanders Engaged in Firefighting Activities", Fire Science and Engineering, Vol. 34, No. 2, pp. 141-146 (2020). <https://doi.org/10.7731/KIFSE.c555aca5>.