

시민행복과 상생협력을 선도하는 창의적 연구기관
Daejeon Sejong Research Institute

DAEJEON SEJONG FORUM

대전세종포럼

기획특집 대전·세종 화재안전 대응방향

영국 그랜펠타워 화재사례를 통한 국내 고층건축물 창호의 화재안전정책을 위한 현황과 과제
소화설비배관의 성능위주 내진설계 적용방법에 관한 연구
제천화재를 계기로 바라본 지방자치단체의 역할과 전망
안전사회! 자율안전과 사고대응능력 향상을 위한 제언
소방안전 서비스 디자인 전략 - 전통시장을 중심으로 -
지하공간의 화재대응을 위한 민관협력 과제 - 대전 중앙로 지하상가를 사례로 -

시민행복과 상생협력을 선도하는 창의적 연구기관



시민과 함께하는 행복한 미래 대전·세종

DAEJEON
SEJONG
FORUM

미래지향적 도시정책 연구 선도

- 도시의 미래 비전과 발전방향 연구
- 연구지원체계의 선진화
- 연구 인력의 역량 강화

정책기여도가 높은 연구성과 생산

- 활용도 높은 맞춤형 정책 개발
- 대전시와 세종시의 상생발전 지원
- 시민 참여형 정책네트워크 강화

열정과 창의가 넘치는 공동체 구축

- 공정하고 투명한 인사·회계시스템 확립
- 소통, 신뢰 및 상호존중의 조직문화 조성
- 경영관리시스템 혁신

대전세종포럼

통권 제64호

대전세종포럼

제 64호

대전 · 세종 화재안전 대응방향

Contents

- 07 영국 그랜펠타워 화재사례를 통한
국내 고층건축물 창호의
화재안전정책을 위한 현황과 과제
권영진 호서대학교 교수

- 29 소화설비배관의 성능위주 내진설계
적용방법에 관한 연구
이재오 대전대학교 교수

- 45 제천화재를 계기로 바라본 지방자치
단체의 역할과 전망
채 진 중앙소방학교 교수

- 59 안전사회! 자율안전과
사고대응능력 향상을 위한 제언
정무현 한국소방안전협회 충청북도지부 사무국장

- 75 소방안전 서비스 디자인 전략
- 전통시장을 중심으로 -
이현성 (주)에스이공간환경디자인그룹(SEDG)대표

- 91 지하공간의 화재대응을 위한 민관협력 과제
- 대전 중앙로 지하상가를 사례로 -
이형복 대전세종연구원 도시안전연구센터장

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

1장

영국 그랜펠타워 화재사례를 통한 국내 고층건축물 창호의 화재안전정책을 위한 현황과 과제

권영진 호서대학교 교수

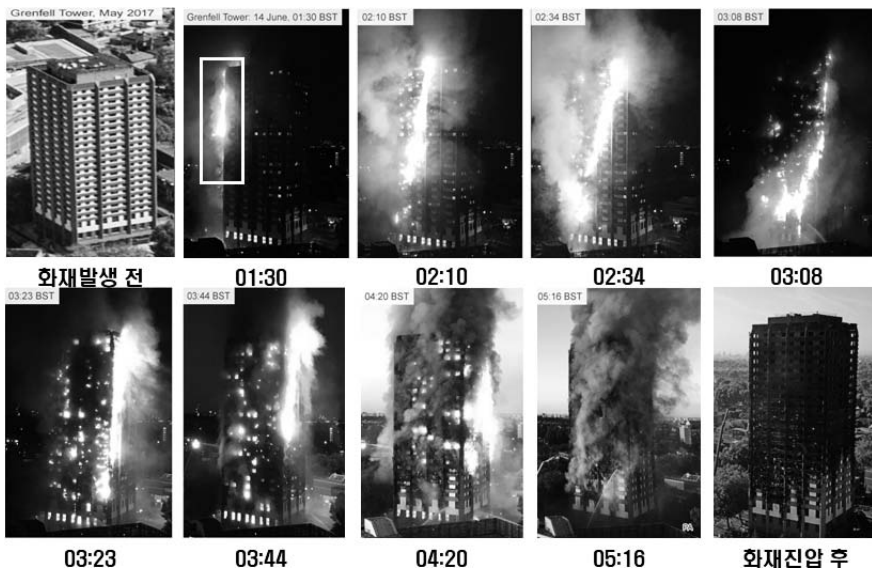
영국 그랜펠타워 화재사례를 통한 국내 고층건축물 창호의 화재안전정책을 위한 현황과 과제

권영진 호서대학교 교수

DAEJEON
SEJONG
FORUM

I. 서론

최근 고도성장과 경제발전에 따라 전 세계적으로 도시지역에 사회적 기능이 집중되는 경향이 있으며, 집중된 도시지역에 건축물이 밀집하게 됨으로서 한정된 공간의 활용을 위하여 고층 및 초고층건축물이 유행처럼 건축되고 있다. 이와 같은 건축물들은 건물 외부의 심미성 외에 온열 환경을 위한 외단열 공법이 성행하고 있다.



<그림 1> 영국 그랜펠타워의 화재확대과정

이러한 고층건축물은 경제성장의 상징이자 랜드마크로서 순기능적인 측면이 있지만, 화재와 같은 재해 등에 있어서 치명적인 결과를 초래할 수 있는 위험요인을 내포하고 있다. <그림 1>에 제시된 바와 같이 최근 영국에서 발생한 화재인 그랜펠타워는 1974년 준공된 공공주택으로 약 40여년이 지난 노후화된 건축물이며, 2016년 고가의 비용을 들여 건물의 외장재, 창문 및 공동난방시설 등을 교체하는 보수공사를 하였다. 보수공사 당시 사용된 외장재는 알루미늄 금속 표면에 팽창된 폴리에틸렌등으로 내부를 채운 샌드위치 패널로서 외단열공법으로 타워 외벽에 사용되었다.

화재는 건물 4층에서 발생하여 개구부를 통해 외부로 분출되었고, 외벽에 설치된 외장재가

Case 1. 국내외 고층건축물 화재사례 (분출화염과 외장재)



**Torch Tower
(2015), Dubai**



**골든스위트
(2010), 부산**



**대봉그린
(2015), 의정부**



**스포트센터
(2017), 제천**



**CCTV Office Building
(2009), China**



**Masami Park
(2010), China**

건축물의 에너지절약 설계기준 중 에너지 성능지표

| 항목 | 기본배점(a) | | | | | | | | |
|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------------|
| | 사 부 | 만 점 | 관 박 | 수 용 | 단 열 | 냉 난 | 관 교 | 주 택 1 | 주 택 2 |
| 외단열공법의 채택(전체 외벽 면적에 대한 시공비율, 옥상부위 및 바닥부위의 외단열은 해당되지 않음) | 6 | 4 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 기밀성 향로의 설치 (KS2292에 의한 기밀성 등급에 의한 통기량, 단위 m ³ /hm ²) | 6 | 4 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

<그림 2> 국내외 고층 건축물 화재사례(분출화염과 외장재)



<그림 3> 국내외 고층 건축물 화재사례(개구부를 통한 상층부로의 연소확대)



〈그림 4〉 국내외 고층 건축물 화재사례(개구부를 통한 상층부로의 연소확대)

화재확산의 가장 큰 원인이 되었으며, 약 80여명의 사망자와 20여명의 중상자 및 79명의 행방불명자를 초래하였다. 또한, 단열재와 외장재 사이에 공간으로 인하여 ‘굴뚝효과’가 조성되어 화재가 건물 상층으로 빠르게 연소 확대되는 큰 화재피해로 진전된 경우이다. 이와 비슷한 국내 화재 사례로는 〈그림 2〉와 〈그림 3〉에 제시된 부산 우신골든스위트 화재(2010)와 의정부 대봉그린아파트 화재(2015)가 있으며, 이후 고층 건축물 및 도심형 생활주택의 안전에 대한 사회적 관심이 집중되기 시작했다. 특히, 국내의 경우 〈그림 2〉에 제시된 바와 같이 ‘건축물의 에너지 절약 설계기준 중 에너지 성능지표’ 중 외단열공법의 채택에 대한 기본 배점이 늘어남에 따라 국내의 외단열 공법을 통한 시공이 폭발적으로 증가하게 되었고, 따라서 분출화염을 통한 외장재로의 화재확산 사례는 지속적으로 발생하고 있다.

고층 건축물에서의 연소확대의 일반적인 경로는 화재실의 개구부를 통하여 계단과 엘리베이터 승강로 및 샤프트 공간 등의 연돌효과로 인해 화염 및 연기가 상층부로 빠르게 확산하며, 건물의 구조 및 형태, 가연물, 내장재 등에 따라 그 양상이 다르지만 일반적으로 화재초기에 가연물에 착화되어 화염이 플룸으로 확대하기 시작하여 연기 및 유독가스와 같은 연소생성물과 더불어 천정젯으로 진전되고, 그 이후 천정젯으로 부터의 복사열에 의하여 화재의 진행이 급속히 이루어지는 단계로서 폭발적 연소 확대 현상인 Flash Over가 발생함에 따라 상층부 또는 인접

건물로의 화염이 확대된다. 이러한 분출화염으로 인하여 <그림 2>와 같이 외벽의 외장재에 착화하여 연소확대되는 경로와 <그림 3>과 같이 개구부에서 개구부로 화재가 확산되는 형태와 더불어 인근건축물의 외장재 및 개구부로 연소확대되는 경로 등 다양한 경로로 확대되는 특징이 있다.

특히, 최근 큰 피해가 일어났던 충북 제천 스포츠센터 화재(2017)의 경우 <그림 4>에 나타난 바와 같이 PVC 창틀이 녹아 유리창이 파손되는 문제가 또다른 빅이슈로 대두되고 있으나 이에 대한 대책은 업계의 영역싸움이라는 시각으로만 비추어질뿐 구체적이고 명확한 대응책이 없는 실정이다. 이와 관련한 문제는 창틀만의 문제가 아닌 사용되는 유리의 종류와 차염성능과 더불어 화재확산을 방지하는 측면에서의 스펀드럴 문제와도 직결되고 있고 외벽의 내화성능과도 관련되는 문제로서 층간방화구획과의 관련과 더불어 방화지구 등 연소확대의 위험성과도 관련되는 종합적인 문제로 인식하여야만 하나 창틀의 재질만으로만 대응책을 바라보고 있으므로 근본적인 대응방안을 모색할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 영국 그랜펠타워 화재사건을 기점으로 분출화염과 외장재 및 개구부 특히 창호에 대한 국내외의 관련규정을 살펴보고, 현행의 화재안전규정에 대한 대응방안을 주로 법규 및 기준등에 따라 비교함으로써, 향후 국내의 외벽관련한 외장재, 개구부 및 특히 창호를 중심으로 화재안전규정에 대한 개선방안을 검토하고자 한다.

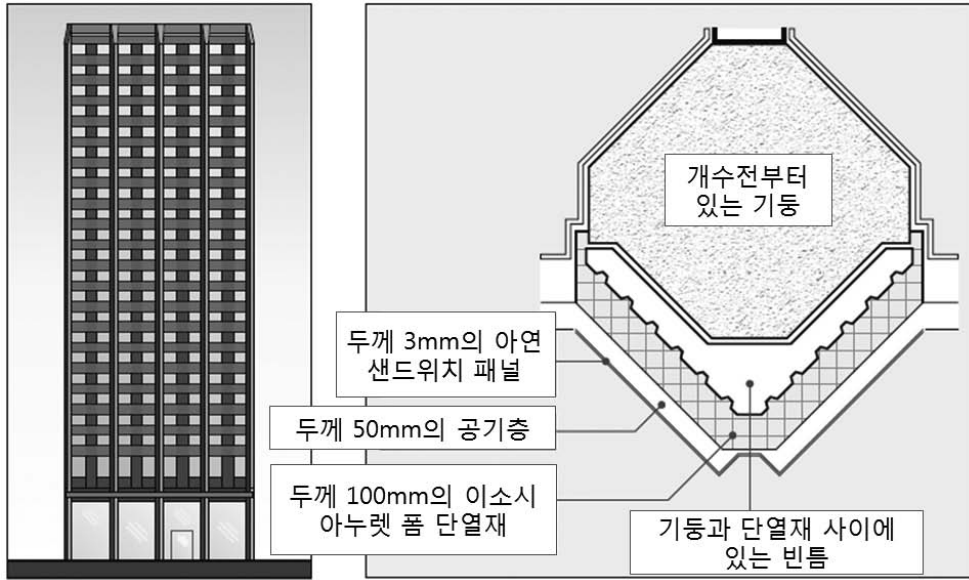
II. 국내외 고층건축물의 분출화염에 의한 화재확산 케이스 조사와 관련 화재안전규정에 대한 선진각국과의 비교

1. 국내외분출화염을 통한 화재확산 사례에 대한 분석

1) 영국 그랜펠타워 화재

그랜펠타워는 1974년 랭커스터 로드 프로젝트의 일환으로 건설된 24층 높이 68m의 타워 아파트형 임대주택으로, 120가구가 입주한 상태였으며, 2016년 외벽 등을 포함해 대규모로 개수되었다. 2017년 6월 14일 밤 런던 서부의 그랜펠타워(Grenfell Tower)에서 화재가 발생했다. 화재는 4층(지상 8층의 높이)에서 냉장고 폭발에 의해 발생하였으며, 단시간에 외벽 등을 통하여 건물 전체로 연소하였으며, 사망자 79명, 중상자 20명, 실종자 79명 등 큰 인명피해를 발생

하였다. 내화 구조의 공동주택은 방화구획이 완비되어 있는 것이 보통이고, 유럽의 공동주택 대부분이 방화구획에 대한 대책마련이 잘 되어 있지만, 그랜펠타워에서는 예외였으며, 그 원인은 개수 후의 벽부분과 기둥부분이었다.



〈그림 5〉 그랜펠타워의 입면도 및 평면도

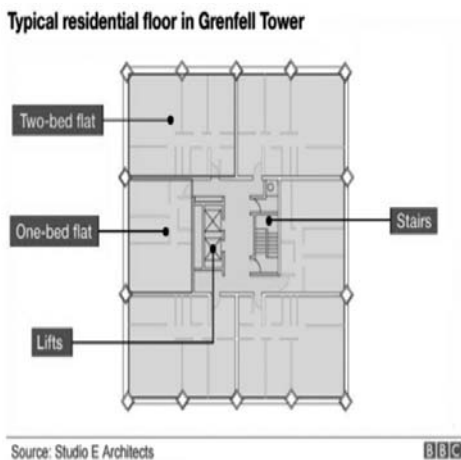
개수 후, 벽 부분에는 단열효과를 위해서 알루미늄 합성제 피복 약 100mm두께의 단열재를 외벽의 바깥쪽으로 붙이고 그 외부에 약 50mm의 공간을 확보하고, 그 외측에 난연처리를 하지 않은 폴리에틸렌을 핵심소재로 한 두께 3mm의 샌드위치 패널을 붙였다. 우레탄 폼은 본래 타기 쉬운 화학적 성질이 있지만, 내연성과 내열성을 높이기 위해 이와 같은 알루미늄 합성제를 사용하였다. 이 단열재에 화염이 착화하였고, 샌드위치 패널과 50mm의 통기층 공간이 서로 연소하는 악순환을 일으켜서 화재가 확산된 것으로 전문가들은 예상하고 있다. 또한, 기둥부분에서의 동서 면에 각 4개의 기둥이 들어서고 꼭대기 층까지 직통하고 있다. 〈그림 5〉는 기둥 바깥에 단열재를 부착하고 그 밖에 샌드위치 패널을 붙인 부분의 수평 단면 상세도이다. 이것을 보면 샌드위치 패널과 단열재 사이에 통기층이 있는 것은 벽 부분과 같지만, 단열재와 기둥 사이에도 공간이 있는 것을 확인 할 수 있다. 결국 기둥부분 또한 벽 부분과 마찬가지로 단열재와 가연성 샌드위치 패널이 통기층을 통해서 연소하는 요인인 것으로 판단된다.

또한, 그랜펠타워 주택층의 평면도를 나타낸 〈그림 5〉, 〈그림 6〉 및 〈그림 7〉을 바탕으로 하여 내부 문제점을 다음과 같이 제시할 수 있다.

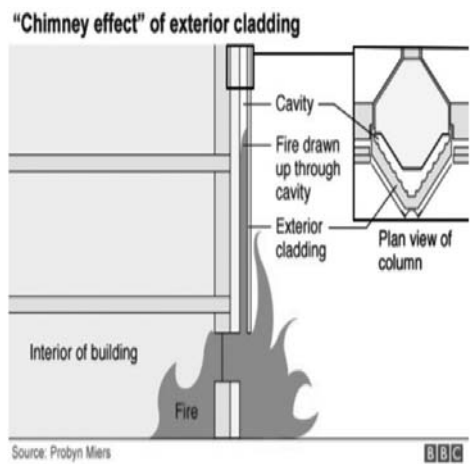
〈표 1〉 그랜펠타워 주택층의 평면도 내부 문제점

- ① 엘리베이터와 계단을 포함한 홀 주위에 6채의 주택이 배치되고 있는 것
- ② 계단이 1개소 밖에 없음
- ③ 계단 구획은 이루어지고 있으나 특별피난계단 같은 부속실이 없기 때문에 계단 구획으로 화염이 침입할 가능성(특별피난계단에 비해 높음)이 높음
- ④ 엘리베이터 앞의 문이 방연 성능을 가진 방화문이 아닌 경우에는 승강기 통로의 방화방연 구획이 형성되지 않을 가능성이 높은 것
- ⑤ 각 공동주택에서 홀로 통하는 문(총 6매)이 자동 폐쇄의 방화문이 아닌 경우에는 주민이 대피했을 때 개방 상태로 화재가 발생하면 복도로 화염 및 연기의 침입가능성이 높음
- ⑥ 홀에 화염 및 연기가 침입하게되면 계단구획이나 엘리베이터 구역(샤프트공간)을 통해 상층으로 확대할 가능성이 높음
- ⑦ 샤프트공간이 연소경로가 되면 내부가 부압이 되고 외장재의 화염을 끌어들여 내부로 연소 확대하는 등의 악순환을 일으킬 수 있음
- ⑧ 스패드럴이 없어 스패드럴을 통한 피난루트가 확보되지 않은 것

이상 ③~⑦은 가능성을 말하고 있지만, 만약 그 중 몇 가지가 실제로 그런 현상을 일으켰다면 사망자가 많이 발생할 수 밖에 없었을 것이다. 이를 통해 화재피해의 원인은 외부뿐만 아니라 내부에도 존재하는 것을 알 수 있었으며 상층 연소가 비정상적으로 빠른 것도 이유 중 하나가 될 수 있다.



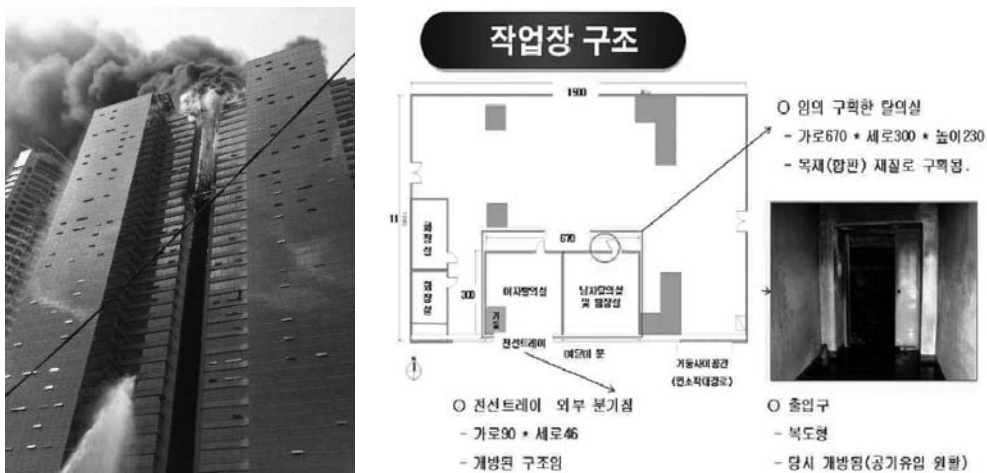
〈그림 6〉 주택 바닥의 단면



〈그림 7〉 화재 확산 경로

2) 부산 골든 스위트 화재

2010년 10월 1일 11:33경 해운대구 우동 1435-1 우신 골든 스위트 주상복합건물(오피스텔) 4층(PIT층)내 미화원 작업실에서 <그림 8>에 나타난 것처럼 원인 미상의 화재가 발생하여 내부 재활용 분리수거 적치물에 연소, 상층으로 빠르게 연소되었다. 최초 화재는 11시 07분에 발생된 것으로 추정되며, 신고자가 약 30분간 자체 진화를 시도하다 불가능하여 소방서에 신고하였으나 30여분 만에 38층까지 연소확대 되었으며, 화재는 18시 48분에 완진되었다. 골든 스위트 화재의 연소확대의 원인은 다음 3가지에 기인하는 것으로 조사되었다.



<그림 8> 부산골든스위트화재 및 PIT 층 구조

첫 번째로, '고층건축물 소화설비 사각지대로 방치'로 화재가 시작된 피트층에는 합판으로 구획된 작업실이 설치되어 있고, 소방법상 스프링클러를 설치하지 않아도 되는 구조이며 자동소화설비 역시 전무했으며, 이로 인해 화재의 초기 소화가 불가능했다. 불법적으로 재활용품 선별장 및 미화원 탈의실로 활용되면서 화재가 발생할 수 있는 요인까지 내포하고 있었으며, 스프링클러가 설치되지 않는 피트층의 위험성을 드러냈다.

두 번째는 '건축물 외벽마감재 규제 미비로 가연성 외장재 설치'로 4층에서 발생한 화재가 삼시간에 꼭대기층까지 확대되어 피해가 커졌으며, 이는 건물 외장재로 사용된 알루미늄 복합판넬이 주된 원인이다. 고층건축물에 사용되는 외장재로는 주로 '알루미늄 판넬'과 알루미늄 복합판넬 등이 사용되지만 이 건축물에는 화재에 취약한 '알루미늄 복합판넬'이 사용되었다. 이 복합판넬의 경우 4mm 기본 두께로 알루미늄 판과 판 사이에 접합시킨 심재에 따라 내화성이 크게 달라지는데 폴리에틸렌이 사용될 경우는 불에 타기 쉬우며 무기질 심재가 사용될 경우는 난

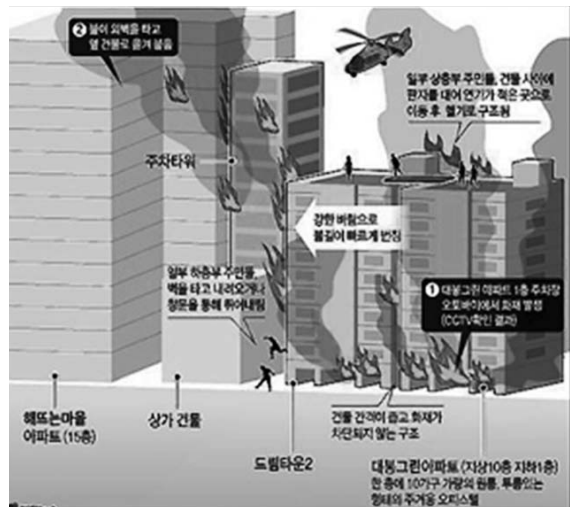
연성을 보이게 된다. 화재 건물 외벽 외장재인 알루미늄 복합판넬은 폴리에틸렌(PE) 수지에 2장의 알루미늄 판을 접합시킨 샌드위치 구조의 특수소재로서 알루미늄의 녹는 온도는 660℃로 화재 시 판넬 외부의 알루미늄을 용융시켜 내부에 인화성이 강한 폴리에틸렌(PE)수지에 쉽게 착화되어 빠르게 상부로 연소 확대되었다.

마지막으로, '연돌효과에 의한 급속한 화재확산'으로 4층에서 분출된 화염이 인화성 물질로 마감된 건물외벽을 타고 10여분 만에 38층 정상까지 확산되었다. 이렇게 불길이 빨리 확산될 수 있었던 이유는 골든스위트가 위치한 부산 해운대는 바다에 인접되어 있어 바람이 많이 부는 지역이다. 바람은 건물 내외부의 온도차이로 인해서 생기는 밀도차가 생기고 건물 높이에 따라서 각 층의 압력차가 심하게 발생하게 된다. 건축물 사이의 연돌효과가 영향을 미침으로써 화재가 빠르게 확산할 수 있었다.

3) 의정부 대봉그린아파트 화재



〈그림 9〉 의정부 화재의 문제점



〈그림 10〉 화재 확산 경로

의정부 대봉그린아파트 화재는 〈그림 9〉와 〈그림 10〉에 제시된 바와 같이, 2015년 1월 10일에 경기도 의정부시에 있는 도시형 생활주택인 대봉그린아파트에서 화재가 발생하여 인접한 도시형 생활주택인 드림타운 아파트, 해뜨는마을 아파트와 단독주택 등에 불이 옮겨 붙어 5명이 사망하고, 125명이 부상한 사례이다. 화재는 9시 27분경 오토바이에서 발생하여 1층 필로티 천정면에 착화되어 상층부로 연소확대 되었으며, 소방대가 출동했으나 아파트로 진입하는 길목이 불법주차 등으로 인해 혼잡했고 이로 인해 초기대응을 제대로 하지 못했다.

소방대가 도착했을 당시에는 이미 인접건물로 화재가 확산된 상태였으며, 화재 발생 약 2시간 뒤인 11시 44분경 진화되었고 이 진화작전에 소방관 약 160명, 장비 80대, 헬기 4대 등이 투입되었다. 화재피해의 확산 원인으로는 화재 발생 당시 스프링클러가 제대로 작동하지 않았으며, 화재경보기나 대피방송이 제대로 이루어지지 않는 등 주민들의 안전을 위한 조치가 제대로 갖춰지지 않았다.

또한, 1층 천정면과 건축물 외벽에 설치되어 있는 가연성 외장재인 샌드위치 패널에 착화되었으며, 건물의 간격이 1.5m로 매우 좁고 개구분출화염에 의해 인접건물로 화재확산되어, 급격한 연소와 많은 양의 유독가스가 발생하였다. 화재진압을 위해 출동한 소방대가 아파트 진입로 양옆에 늘어선 20여대의 주차된 불법주차 차량으로 인해 10여 분 이상 현장진입이 지연되었기 때문에 골든타임을 놓쳐서 초기 진화 활동이 이루어지지 못했다.

4) 제천 스포츠센터 화재

제천 스포츠센터 화재는 2017년 12월 21일 오후 4시경에 발생했으며 충북 제천 하소동에 위치한 9층 필로티 건축물에서 발생한 화재로서 29명의 사망자와 37명의 부상자가 발생한 대형 화재이다.(〈그림 11〉)

화재는 필로티 건축물 1층 주차장에서 발생했다. 화재 발생 당시 필로티 천장에 위치하는 배관의 동파방지용 열선 설치 공사를 실시하고 있었다. 최초 열선 설치 중 천장 구조물에 불이 옮겨 붙어 화재가 발생했으며, 이후 옮겨붙은 천장구조물이 차량으로 떨어져 연소가 확대되었다. 이후 외벽을 통해 화재가 확산되었으며, 2층에 위치했던 목욕탕에서 20명의 사망자를 발생시켰다. 제천 스포츠센터 화재의 경우 이전에 발생한 화재와 유사한 형태로 화재가 확산되었지만, 내부에서 연기가 확산된 것이 아닌 외부에서 발생한 열기류가 내부로 진입해 인명피해를 높였다는 차이점이 있다.

특히, 제천 스포츠센터의 경우 알루미늄 창호와 PVC창호가 층마다 다르게 설치되어 있었는데 화재 발생 이후 PVC창호는 외벽에서 발생한 열기류를 견디지 못해 유리가 모두 파손된 결과가 클로즈업된 사례였다.



〈그림 11〉 제천 스포츠센터 화재 현장

5) 주요 화재사례에 대한 문제점 비교

〈표 2〉 기존 화재사례 분석을 통한 문제점

| 구분 | Grenfell Tower 화재 | 부산 우신 골든 스위트 화재 | 의정부 화재 | 제천 스포츠센터 화재 |
|-------|---|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 일시 | 2017.06.14 | 2010.10.01 | 2015.01.10 | 2017.12.21 |
| 사망자 | 80여명 이상 | - | 5명 | 29명 |
| 부상자 | 93명 | 5명 | 약 130여명 | 38명 |
| 화재 원인 | 냉장고 폭발 | 전기 스파크 | 오토바이 폭발 | 주차장 천장 착화 |
| 문제점 | 방화구획의 부재(스팬드럴 미비, 발코니 부재), 가연성 외장재, 1방향 대피로 | | | |
| | 스프링클러 미설치 | - | 건물 간 이격거리 좁음, 창호 재질로 인한 화재 확산 | 감지기 미 작동, 소방활동 지연, 창호 재질로 인한 화재 확산 |

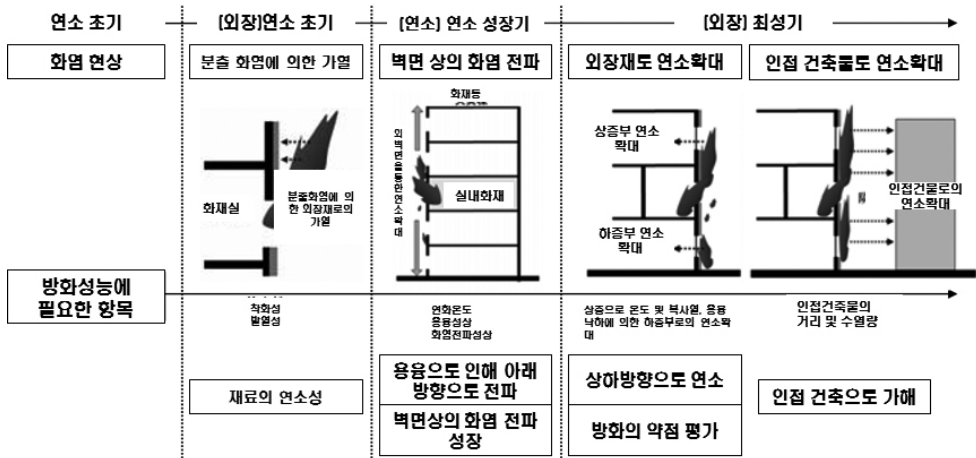
〈표 2〉는 전술한 바와 같은 영국의 그랜펠타워 화재와 더불어 국내에서 발생한 부산 골든스위트 화재와 의정부 화재 및 최근 발생한 제천스포츠센터 화재사례를 비교한 것이다.

전술한 국내외 화재사례들은 모두 분출화염과 관련하는 것으로 결과적으로 스펠드럴 및 발코니를 통한 층간 방화구획의 부재에 대한 문제점이 나타났으며, 특히 의정부 화재와 제천화재의 경우에는 1층에 대한 방화구획의 미비가 가장 큰 원인을 제공한 것으로 사료된다. 특히 이러한 분출화염에 의한 화재피해는 매년 1,500건 이상 나타나고 있어 이에 대한 명확한 화재안전 지침을 강구할 필요가 있는 것으로 사료된다.

국토부 및 소방청의 경우, 초고층건물 긴급 안전점검 및 전문가 워크숍을 통한 현상태와 개선방안에 대해서, 소방청 및 국토교통부에서는 화재예방 및 대응역량 강화, 화재안전 성능평가, 외장재 성능개선 유도, 건축물 화재안전 기반강화 특히, 화재성능보강 기술 개발의 경우 수직 화재확산 방지를 위한 개구부의 방화성 및 층간 방화구획이 시급한 것으로 바라보고 있으나 구체적인 대응방안은 아직 세우지 못하고 있는 것으로 사료된다.

한편 외단열공법과의 관련한 개구부에서 외벽으로의 화재확산 방지를 막기위한 목적으로 건축법 시행령 제 61조(건축물의 마감재료)의 경우 ‘대통령령으로 정하는 건축물’의 정의를 고층 건축물에서 6층 이상 또는 22m 이상의 건축물로 개정하였다. 이는 2015년 1월 의정부 화재를 계기로 문제가 되었던 외벽 마감재(당시 스티로폼 계열의 드라이비트)에 대해 법령을 강화한 것으로 기존 준불연 이상의 등급의 외벽마감재는 30층 이상의 고층건축물에만 해당되었지만, 법의 강화로 인해 5층 이상의 모든 건축물에 대하여 적용하는 것으로 법령이 개정되었으나 창호를 중심으로 한 화재안전지침은 전술한 바와 같이 구체적인 방안을 세우지 못하고 있는 것으로 사료된다.

6) 개구부에 관한 화재안전설계 방법 및 국내의 관련법령조사



| | |
|----------------|--|
| 외벽면상으로 연소확대 방지 | 줄는, 개구부 등 약점이 되지 않도록 외벽이 연소된 경우, 주변에 대하여 연소확대 위험성을 주지 않을 것 |
| 연소 확대(가해) 방지 | 상하중으로 연소 확대 방지-외부 개구부를 통한 연소 경로가 되지 않을 것 외장재의 용적, 낙하 방지-열가소성 재료 용적, 낙하에 의한 연소 확대가 발생하지 않을 것 |
| 유수수해방지 | 건축물 주변 화재로 인하여 건물 내부로의 유수 경로가 되지 않을 것 |

〈그림 12〉 창호로부터의 분출화염과 화재안전설계의 방안

〈그림 12〉는 건축물의 개구부와 관련한 분출화염을 통한 화염의 확대경로를 모식화하여 나타낸 것이다. 창호 등과 같은 개구부를 통하여 전파되는 화재확산경로는 우선 상층부의 슬래브와 커튼월과의 사이를 통한 화재확대이고 또 하나는 개구부를 통하여 외장재 혹은 상층부의 개구부를 통한 화재확산이다. 이러한 상황을 고려하여 〈그림 12〉는 화재확산을 방지하기 위한 화재 안전설계의 기본사항을 정리한 것이다.

〈표 3〉 창호에 대한 건축법의 피난방화구조등의 기준에 대한 규칙내용

제23조(방화지구안의 지붕·방화문 및 외벽등) ① 법 제51조제3항에 따라 방화지구 내 건축물의 지붕으로서 내화구조가 아닌 것은 불연재료로 하여야 한다. <개정 2005.7.22., 2010.12.30., 2015.7.9.>
 ② 법 제51조제3항에 따라 방화지구 내 건축물의 인접대지경계선에 접하는 외벽에 설치하는 창문등으로서 제22조제2항에 따른 연소할 우려가 있는 부분에는 다음 각 호의 방화문 기타 방화설비를 하여야 한다. <개정 2005.7.22., 2010.4.7., 2010.12.30.>

1. 제26조에 따른 갑종방화문
2. 소방법령이 정하는 기준에 적합하게 창문등에 설치하는 드렌처
3. 당해 창문등과 연소할 우려가 있는 다른 건축물의 부분을 차단하는 내화구조나 불연재료로 된 벽·담장 기타 이와 유사한 방화설비

〈표 4〉 창호에 대한 건축법의 실내건축재료측면의 화재안전규정

| | |
|--|---|
| 건축법 제52조의2 (실내건축) | ① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모에 해당하는 건축물의 실내건축은 방화에 지장이 없고 사용자의 안전에 문제가 없는 구조 및 재료로 시공하여야 한다. ② 실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준은 국토교통부령으로 정한다 |
| 건축법시행령 제3조의4 (실내건축의 재료 등) | 법 제2조제1항제20호에서 “벽지, 천장재, 바닥재, 유리 등 대통령령으로 정하는 재료 또는 장식물”이란 다음 각 호의 재료를 말한다. ① 벽, 천장, 바닥 및 반지름의 재료 ② 실내에 설치하는 난간, 창호 및 출입문의 재료 ③ 이하 생략…… |
| 건축법 시행규칙 제26조의5 (실내건축의 구조·시공방법 등의 기준) ① 법 제52조의2제2항에 따른 실내건축의 구조·시공방법 등은 다음 각 호의 기준에 따른다. <개정 2015.1.29.> | ① 실내에 설치하는 칸막이는 피난에 지장이 없고, 구조적으로 안전할 것 ② 실내에 설치하는 벽, 천장, 바닥 및 반지름(노출된 경우에 한정한다)은 방화에 지장이 없는 재료를 사용할 것 ③ 바닥 마감재로는 미끄러움을 방지할 수 있는 재료를 사용할 것 ④ 실내에 설치하는 난간, 창호 및 출입문은 방화에 지장이 없고, 구조적으로 안전할 것 ⑤ 이하생략…… 제1항에 따른 실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 세부 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다. |

한편 국내의 건축법에서는 이러한 개구부 특히 창호에 대한 화재안전규정은 〈표 3〉, 〈표 4〉, 〈표 5〉 및 〈표 6〉에 제시했다. 본 표에 제시된 바와 같이 건축물의 벽에 설치되는 창호는 구조적기능적으로는 외벽 또는 외벽마감재료에 해당하고 발코니가 확장된 경우에는 실내창호의 역할을 수행하고 있는 것으로 사료된다.

또한 <표 3>에 제시된 바와 같이 방화지구내의 인접대지경계선에 접하는 외벽에 설치하는 창문의 경우에는 방화문, 방화설비를 설치하여야 하는 것으로 규정하고 있고 또한 <표 4>에 제시된 바와 같이 건축법시행령에서 창호를 실내건축의 재료로서 규정하고 있다. 건축법 시행규칙에서 창호는 방화에 지장이 없고 구조적으로 안전하도록 규정하고 있으나 이의 적용을 위한 구체적인 고시기준을 마련하지 않아 법제의 사각지대가 발생하고 있다는 것을 알 수 있다.

<표 5> 창호에 대한 건축법의 마감재료 측면에서의 화재안전규정

| | |
|---|---|
| <p>건축법 제52조 (건축물의 마감재료)</p> | <p>① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물의 벽, 반자, 지붕 (반자가 없는 경우에 한정한다) 등 내부의 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하되, …… (이하 생략)</p> <p>② 대통령령으로 정하는 건축물의 외벽에 사용하는 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하여야 한다. 이 경우 마감재료의 기준은 국토교통부령으로 정한다.</p> |
| <p>건축법시행령 제61조 (건축물의 마감재료)</p> | <p>① 법 제52조제1항에서 "대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다…… (이하 생략) 1. 단독주택 중 다중주택·다가구주택 1의2, 공동주택 2. …… (이하 3,4,5,6,7 생략)</p> <p>② 법 제52조제2항에서 "대통령령으로 정하는 건축물"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것을 말한다. <신설 2010.12.13., 2011.12.30., 2013.3.23., 2015.9.22.> 1. 상업지역(근린상업지역은 제외한다)의 건축물로서 …… (이하 생략) 2. 6층 이상 또는 높이 22미터 이상인 건축물</p> |
| <p>건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제24조 (건축물의 마감재료)</p> | <p>① 법 제52조제1항에 따라 영 제61조제1항 각 호의 건축물에 대하여는 그 거실의 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분(반자돌림대·창대 기타 이와 유사한 것을 제외한다. 이하 이 조에서 같다)의 마감은 불연재료·준불연재료 또는 난연재료로 하여야 하며, 그 거실에서 지상으로 통하는 주된 복도·계단 기타 통로의 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감은 불연재료 또는 준불연재료로 하여야 한다.</p> <p>② 영 제61조제1항 각 호의 건축물 중 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 거실의 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감은 제1항에도 불구하고 불연재료 또는 준불연재료로 하여야 한다. (중략)</p> <p>③ 법 제52조제1항에서 "내부마감재료"란 건축물 내부의 천장·반자·벽 (경계벽 포함)·기둥 등에 부착되는 마감재료를 말한다. (중략)</p> <p>④ 영 제61조제2항에 해당하는 건축물의 외벽[필로티 구조의 외기(外氣)에 면하는 천장 및 벽체를 포함한다]에는 법 제52조제2항 후단에 따라 불연재료 또는 준불연재료를 마감재료(단열재, 도장 등 코팅재료 및 그 밖에 마감재료를 구성하는 모든 재료를 포함한다. 이하 이 항 및 제6항에서 같다)로 사용하여야 한다. (중략)</p> <p>⑤ 제5항에도 불구하고 영 제61조제2항제2호에 해당하는 건축물의 외벽을 국토교통부장관이 정하여 고시하는 화재 확산 방지구조 기준에 적합하게 설치하는 경우에는 난연재료를 마감재료로 사용할 수 있다. (개정 2015.10.7.)</p> |

〈표 6〉 일본건축법의 개구부에 대한 규정

| 대상건축물 | 대상부위 | 방화설비의 종류 | 기준 | 법령 |
|----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|
| 내화건축물 | 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분 | 차염성능을 가진 방화설비 | 공동주택의 경우 3층 이상 또는 연면적 300㎡ 이상의 건축물은 모두 일정 방화설비를 하여야 함 | 법 제 2조의 제9호의 2 로 |
| 준내화건축물 | | | | 령제109조에 2 접제2조제9호에 3 령제109조에 2 |
| 방화지역내 또는 준방화지역내의 건축물 | 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분 | 준차염성능을 가진 방화 설비 | 방화지역 : 3층 이상 또는 연면적 100㎡ 을 넘는 건축물 | 법제64조 령제136조에 2-3 |
| 도로 인접 건축물 | 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분 | 준차염성능을 가진 방화 설비 | 도로중심주에서 1층은 3m이하, 2층에서는 5m이하 거리에 있는 건축물 | |
| 상호 인접 건축물 | 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분 | 준차염성능을 가진 방화 설비 | 2층 이상의 건축물의 경우 상호 외벽간 1층에서 3m이하, 2층에서는 5m이하 거리에 있는 건축물 | |

또한 〈표 5〉에 제시된 바와 같이 외벽마감재료에 대한 규제에서도 창호에 대한 성능규정은 명분화되어 있지 않는 것을 알수 있다. 한편 일본의 경우 〈표 6〉에 제시된 바와 같이 ‘일본 건축 기준법 제 2조의 제9호의 2 로’에서 ‘그 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분에 정령으로 정하는 구조의 방화문, 그 외의 방화설비(그 구조가 차염 성능에 관하여 정령으로 정하는 기술적 기준에 적합한 것으로 국토교통대신이 정한 구조 방법을 이용하는 것 또는 국토교통대신의 인정을 받은 것에 한한다)가 있어야 한다’고 규정하고 있다.

또, 일본 ‘건축기준법 제 64조 외벽의 개구부의 방화문’에서는 ‘방화 지역 또는 준 방화 지역에 있는 건축물은 그 외벽의 개구부에 연소의 우려가 있는 부분에 방화문 기타 정령으로 정하는 소방 시설(그 구조가 유사 차단 불꽃 성능, 건축물의 주변에서 발생하는 일반적인 화재 시 화염을 활성화 차단하기에 방화 설비에 필요한 성능을 말한다)에 대하여 정령으로 정하는 기술 기준에 적합한 것으로, 국토교통 대신이 정한 구조 방법을 이용한 것 또는 국토교통 대신의 인정을 받은 것에 한하여 설치한다’고 규정하는 등 창호의 재질을 규제하는 것이 아닌 외벽 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분에 대하여 차염성능을 기준으로 실질적인 창호 규제를 실시하고 있다는 점에 우리나라와는 근본적인 차이가 있다는 것을 알수 있다. 또한, 건축물의 특성과 위치에 따라 외벽 개구부에 대한 방화설비 규정에 차등을 두고 있으며, 공동주택의 경우에는 3층 이상 또는 연면적 300㎡ 이상의 건축물에 대하여 모두 방화설비를 설치하도록 규정하고 있다.

7) 선진각국과 비교한 국내의 개구부 관련 화재안전규정에 대한 비교

〈표 7〉 선진각국과 비교한 국내의 개구부관련 화재안전규정현황

| | 한국 | 일본 | 미국 | 캐나다 | 영국 | 뉴질랜드 | 호주 | 홍콩 |
|----------------------|---|-------------------------|---|-------------|----------------|---|----------|---|
| 방화구획 | <ul style="list-style-type: none"> • 건축법 시행령 • 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 | 일본 건축기준법 시행령 | <ul style="list-style-type: none"> • IBC2012 • NFPA 5000 • NFPA 80 | NBCC 2012 | BR 2012 | - | BCA 2012 | - |
| 방화유리 | <ul style="list-style-type: none"> • 건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 • 발코니 등의 구조변경 절차 및 설치기준 | 일본 건축기준법 시행령 | IBC 2012 | NBCC 2012 | BR 2012 | - | - | - |
| 스팬드럴 Spandral | 건설교통부 고시 제2005-400호 '발코니 등의 구조변경 절차 및 설치 기준' | 건축기준법 시행령 제 112조 제 10 항 | NFPA 5000 Building Construction and Safety Code | - | - | NZBC C/AS1 Control of Exremal Fire Spread | - | The Code of Practice for Fire Safety in Building Part C Fire Resisting Construction |
| 시험 기준 | KS F 2268-1 | JIS A 1311 | ASTM E 119 NFPA 252 | CAN4-S104-M | BS 476 Part 22 | - | AS 1530 | - |

〈표 7〉은 국내의 현행 개구부관련한 방화구획, 방화유리 및 스팬드럴등에 대한 화재안전 규정을 선진각국과 비교하여 나타낸 것으로 〈표 7〉은 비교항목과 국내외의 각종 관련 자료를 정리한 것이다. 그중 전술한바와 같이 의정부와 제천화재의 경우 1층에서의 방화구획이 되어있지 않은 것은 〈표 8〉과 같이 국내의 경우에는 3층이상부터 방화구획을 설치하는 것이 법제화되어 있으나 〈표 6〉에 제시된 바와 같이 일본의 경우에는 일정규모 이상되는 것들은 전층에 방화구획하도록 되어 있다는점이 국내외는 상이한 조건임을 알수 있다. 이러한 조건 들은 개구부의 방화조건과도 관련을 짓고 있다는 점에서 일본의 경우에는 방화구획과 관련하여 체계적인 개구부에 대한 화재안전조건을 구축하고 있다는 점을 알수 있다.

〈표 8〉 국내의 방화구획의 설치기준현황

제14조(방화구획의 설치기준) ①원 제46조에 따라 건축물에 설치하는 방화구획은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다. <개정 2010.4.7>

1. 10층 이하의 층은 바닥면적 1천제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 바닥면적 3천제곱미터)이내마다 구획할 것
2. 3층 이상의 층과 지하층은 층마다 구획할 것. 다만, 지하 1층에서 지상으로 직접 연결하는 경사로 부위는 제외한다.
3. 11층 이상의 층은 바닥면적 200제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 600제곱미터)이내마다 구획할 것. 다만, 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감을 불연재료로 한 경우에는 바닥면적 500제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 1천500제곱미터)이내마다 구획하여야 한다.

〈표 9〉 방화유리창의 설치기준에 대한 국내외 비교

| | 한국 | 미국 | 호주 | 캐나다 | 영국 | 일본 |
|-----------|---|--|---|---|---|---|
| 정의 | 피난계단 및 특별피난계단에 사용하는 망입유리 | 방화문에서 내화성능을 가지고 일정시간동안 화염을 막아주는 개구부 | 내화등급을 가지고 있는 방화문, 방화셔터에 설치되는 창문 | 방화문에 설치되는 유리창 | 방화설비에 설치되는 유리창 | 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분 |
| 범위 | 아파트 2층이상의 층에서 발코니를 구조 변경하는 경우에는 발코니 끝부분에 바닥 판 두께를 포함하여 90cm 이상의 방화유리창을 설치해야 한다. | ASTM E 119 또는 UL 263에 따라 시험되어 승인된 것 | 부재에 요구되는 내화성능의 1/2에 해당하는 내화성능 이거나 차열성 60분, 차열성 30분을 확보하는 것 | 부재의 내화성능에 따른 개구부 방호가 가능한 것-방화구획에 차단막 | BS476에 따른 시험을 통한 최소 규정을 통과하는 유리창 | 주택 방화호 (3층 이하의 목조·프리패브) 건물 방화문 |
| 성능 및 설치기준 | 화재 시 아래 층에서 발생한 화염을 차단할 수 있도록 바닥과의 틈새가 없이 고정 비차열 30분 이상 | 방화유리는 최대1시간의 내화성능 고정식 또는 자동폐쇄식 일 것 창이 설치된 벽 면적의 25% 이하 | 습식 스프링클러와 자동폐쇄 가능한 유리창과 영구적으로 고정된 유리창 자동폐쇄 가능하거나 영구적으로 고정된 차열성 60분의 방화창 | 방화문이 45분 이상의 내화성능을 가진다면 방화문 내 유리의 최대 면적은 0.0645m ² 로 한다. | 비차열 유리는 계단 차단막의 내화성능이 60분 이하인 경우, 유리는 내화성능이 적어도 30분 이상이어야 한다. | 사시 및 유리를 합쳐 내화성능을 통과한 창호 |
| 설치장소 | 2층 이상의 아파트 중 발코니를 구조 변경하는 경우 발코니의 끝부분에 설치 | 방화벽/방화구획벽 샤프트, 피난구획, 피난통로 발코니의 끝부분에 설치, 피난계단, 피난 복도, 내부 피난 경사로 | 방화문, 방화셔터에 설치 | 내화성능이 요구되는 막다른 복도와 외부로 통하는 유일한 출구에 접하는 거실 건물의 3층 이하 층의 피난 구획부 | 계단과 로비 또는 계단과 연결되는 복도 사이의 수직피난구 | 공동주택의 경우 3층 이상 또는 연면적 300㎡ 이상의 건축물은 모두 일정 방화설비를 하여야 함 |

또한 <표 9>는 방화유리창의 설치기준에 대한 국내외 비교를 한 것으로 한국의 경우에는 피난계단 및 특별피난계단에 사용하는 망입유리로 규정되어 있고, 실제적으로는 방화유리창은 아파트 등 공동주택의 발코니 확장시 하부층의 화염전파를 방지하기 위하여 발코니 샷시하부에 설치하는 방화유리창이 유일하다고 할수 있다. 현재로서는 방화유리창이 방화구획선상에 사용되기 위하여는 주변 벽체와 동일한 내화성능을 확보하여야 하나 관련구조의 개발이 안된상태로서 건축물의 방화구획 선상에 설치된 유리창은 내화성능이 확보되지 않은 불법구조라고 볼수 있다.

국내와는 달리 외국에서는 방화구획별 제연경계벽, 실간 칸막이벽 및 외벽등에 방화유리창을 널리 이용하고 있다. 미국의 경우 IBC에서 같이 벽체 종류 및 내화성능에 따라 방화유리창의 최소요구 내화성능을 규정하고 있고, 실간 칸막이벽 및 방화 구획벽에 적용되는 방화유리창의 면적을 벽체면적의 25%이하로 제한하고 망입유리에 대하여도 크기를 제한하고 있으며 관련 시험방법으로도 NFPA 257 ‘창문 조립품의 화재시험 기준’과 적용기준으로 NFPA 80 ‘방화문과 방화창문에 관한 기준’ 등을 인용하고 있다. 일본의 경우도 외벽의 방화유리창을 망입유리로 하도록 하는 등 방내화 유리의 기능과 실현을 위한 제작방법등에 대한 규정을 정하여 건축물에 적용토록 하고 있다.

<표 10> 스펠드럴의 설치기준에 대한 국내외 비교

| | 한국 | 미국 | 뉴질랜드 | 일본 | 홍콩 |
|-----------|---|---|--|--|---|
| 법령 | 건설교통부 고시 제2005-400호 ‘발코니 등의 구조변경 절차 및 설치기준’ | NFPA 5000 ‘Building Construction and Safety Code’ | NZBC C/AS1 ‘Control of External Fire Spread’ | 건축기준법시행령 제112조 제 10항 | The Code of Practice for Fire Safety in Building Part C ‘Fire Resisting Construction’ |
| 적용 | <ul style="list-style-type: none"> 아파트 2층 이상의 층에서 스프링클러의 살수 범위에 포함되지 않은 발코니를 구조 변경 하는 경우 화재확산 방지 구조 | 3층 이상으로서 NFPA 13 또는 NFPA13R 규정에 의한 스프링클러 설치하지 않은 건물에서 상층부의 개구부에 접한 외벽 개구부는 관련 규정에 의하여 이격되거나 보호되어야 한다. | 화재실 외벽 중 보호되지 않는 부분은 이격되어야 한다. | 수직거리 0.9m, 수평거리 0.5m 이내에 개구수를 설치할 수 없으며, 수직거리 0.9~3.6m 이내에 해당하는 개구부만 적용한다. | 단일 거주 용 주택 또는 스프링클러 보호된 건물 이외에 모든 주거시설에 적용된다. 스펠드럴의 내화등급 ≥ 중간층 외벽의 내화등급 |

| | 한국 | 미국 | 뉴질랜드 | 일본 | 홍콩 |
|----------------|--|---|-----------------------|------------------------------|---------------|
| 수직 Spandral | <ul style="list-style-type: none"> • 발코니 끝부분에 바닥판 두께를 포함하여 높이가 0.9m 이상 설치 또는 방화 유리창을 설치하여야 한다. • 400mm | 36인치(915mm) 이상 스펀드럴 패널이 나 1시간 내화 성능을 갖는 벽을 설치 | 1.5m 이상 외벽설치 | 0.9m 이상 외벽설치 | 0.9m 이상 외벽설치 |
| 수평 Spandral | - | 30인치 (760mm) 수평부재를 설치 및 1시간 내화성능 | 0.9m 이상 내화 구조의 수직벽 설치 | 0.5m 이상 내화 구조 된 발코니 나 차양을 설치 | 0.5m 이상 외벽 설치 |

〈표 10〉은 개구부의 분출화염으로부터 화재확산을 방지하기 위한 화재확산방지구조 즉 스펀드럴에 대한 국내외 비교를 한 것으로 국내의 경우에는 발코니 확장시 수직의 경우 0.9m를 확보하도록 하고 있다. 이에 비하여 일본과 홍콩등은 수직으로 0.9m와 수직화재 방지구조의 경우 0.5m 이상 내화구조로서 확보하도록 하고 있다. 미국의 경우에는 수직부분으로는 0.76m로서 상대적으로 길게 확보할 것을 요구하고 있고 특히 뉴질랜드의 경우에는 수평으로는 1.5m 수평으로는 0.9m로서 가장 길게 확보할 것을 요구하고 있으므로 국내에서도 이러한 내용을 토대로 면밀한 검토가 요구된다.

Ⅲ. 결론

영국 그랜펠타워 화재사고를 기점으로 분출화염과 외장재 및 개구부 특히 창호에 대한 국내외의 관련규정을 살펴보고, 현행의 화재안전규정에 대한 대응방안을 주로 법규 및 기준 등에 따라 비교함으로써 향후 국내의 외벽관련한 외장재, 개구부 및 창호에 대한 화재안전규정에 대한 개선방안을 검토한 결과는 다음과 같다.

첫째, 국내의 경우 3층 이상부터 방화구획의 설치를 규정하고 있으므로 의정부 화재 및 제천 스포츠센터의 화재의 경우, 필로티 구조건축물 주차장에서 발생한 화재가 1층으로 유입되고 상층부로 확대되어 대형인명피해가 발생한 것으로 사료된다. 국내의 경우에도 일본 및 미국 등과

마찬가지로 일정규모 이상의 건축물에는 전층에 대한 방화구획이 필수적인 것으로 판단된다.

둘째, 국내의 방화유리창은 아파트 등 공동주택의 발코니 확장시 하부층의 화염전파를 방지하기 위하여 발코니 샷시하부에 설치하는 방화유리창이 유일하다고 할수 있다. 현재로서는 방화유리창이 방화구획선상에 사용되기 위하여는 주변 벽체와 동일한 내화성능을 확보되어야하나 이에 대한 규정이 미비한 반면 국내와는 달리 외국에서는 방화구획별 제연경계벽, 실간 칸막이벽 및 외벽등에 방화유리창을 널리 이용하고 있다. 미국의 경우 IBC에서 같이 벽체 종류 및 내화성능에 따라 방화유리창의 최소요구 내화성능을 규정하고 있음을 알수 있다.

셋째, 국내의 경우, 건축물의 벽에 설치되는 창호는 구조적·기능적으로는 외벽 또는 외벽마감재료에 해당하고 발코니가 확장된 경우에는 실내창호의 역할을 수행하고 있는 것으로 사료된다. 또한 방화지구내의 인접대지경계선에 접하는 외벽에 설치하는 창문의 경우에는 방화문, 방화설비를 설치하여야 하는 것으로 규정하고 있고, 또한 건축법시행령에서 창호를 실내건축의 재료로서 규정하고 있다. 건축법 시행규칙에서 창호는 방화에 지장이 없고 구조적으로 안전하도록 규정하고 있으나, 구체적인 창호에 대한 화재안전규정은 체계적으로 정하여지지 못한 것으로 사료된다.

넷째, 한편 일본의 경우 '일본 건축기준법 제 2조의 제9호의 2 로'에서 '그 외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분에 정령으로 정하는 구조의 방화문, 그 외의 방화설비(그 구조가 차열 성능에 관하여 정령으로 정하는 기술적 기준에 적합한 것으로 국토교통대신이 정한 구조 방법을 이용하는 것 또는 국토교통대신의 인정을 받은 것에 한한다)가 있어야 한다'고 규정하고 있다. 공동주택 성능등급표시제도 방내화 유리구조에 대한 실현방법 세부상세도 및 설계방법 등을 제시하고 있으므로 국내의 경우에도 면밀한 재검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

다섯째, 스펀드럴의 경우, 국내외적으로 수직길이 0.9m와 수평 0.5m 이상의 스펀드럴 길이의 확보를 기본으로 하고 있으나 국내의 경우 수평에 대한 것은 규정화되지 못하고 수직의 경우 0.4m를 확보하도록 최근에 지정되고 있으므로 발코니의 확장이 합법화된 국내의 경우, 이와 같은 스펀드럴 길이에 대한 면밀한 재검토가 시급한 것으로 사료된다.

참고문헌

- 일본의 건축 기준 법 시행령 제112조 제10항, 방화 구조, 준내화 구조, 방화 구조, 화재 구역 등
 - NFPA 5000' Building Construction and Safety Code'
 - Canadian Commission on Building and Fire Codes.National Research Council of Canada, National Building Code of Canada, 1995.
 - 일본 건축 학회 건축물 화재 안전 설계 지침, 2002
 - 이규민, 고층주거시설의 화재안전을 위한 방재의식 조사 및 개구분출화염 특성에 관한 연구, 호서대학교 석사학위논문 (2017)
 - 건설교통부 고시 제2005-400호 '발코니 등의 구조변경 절차 및 설치기준'
 - 국토교통부 소방청, 고층 건축물 화재안전대책 (2017)
 - 중앙소방본부, 고층 건축물 화재안전을 위한 전문가 워크숍 (2017)
 - 방재시험연구원, 건축물내 화재확산방지설비의 화재안전성 확보를 위한 관련제도 개선방안연구, 국토교통기술촉진연구사업, 2014
-

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

2장

소화설비배관의 성능위주 내진설계 적용방법에 관한 연구

이재오 대전대학교 교수

소화설비배관의 성능위주 내진설계 적용방법에 관한 연구

이재오 대전대학교 교수

DAEJEON
SEJONG
FORUM

I. 서론

2016년 9월 12일 경주지진에 이어 2017년 11월 15일에도 포항에서 관측사상 최대 규모의 지진이 일어났다.¹⁾ 지진에 대한 안전 개념은 구조체에 대한 안전성 부분만을 고려하여 설계해 왔지만 최근에는 비구조체에 대한 안전성과 유지력 부분에 대한 관심도 증대되고 있다.^{2,3)} 소방 시설에 대한 내진설계 기준은 국내 현장에 적용할 만한 기준이 없어 NFPA 13, “Standard for the Installation of Sprinkler Systems, Ch.9 Hanging, Bracing, and Restraint of System Piping”을 대부분 준용하여 사용하고 있으며 그 외의 사항은 국토교통부 고시인 건축구조 등에 따른 구조 설계를 근간으로 안착되어왔다.⁴⁾

현재 국내에서 사용되고 있는 소화설비에 대한 내진설계는 배관의 하중을 지지하는 버팀대 위주로 설계되고 있다. 버팀대 위주의 설계의 경우 배관의 하중, 배관 내부에 있는 물의 하중 그리고 관 부속품의 하중에 대하여 버팀대가 구조적으로 문제가 발생하지 않느냐에 대한 해석을 주로 하게 된다. NFPA의 내진설계 기준이 준용하고 있는 미국토목학회에서 발행한 기술 지

1) [Http://www.kma.go.kr/](http://www.kma.go.kr/), 기상청 Website (2017).

2) 이재오, 김홍경, 조순봉, “소화설비 배관의 성능위주 내진설계 방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문집, Vol. 31, No.1, pp. 86-94 (2017).

3) 박지현, 윤종구, “등가선형해석이론에 의한 소방설비 구성품의 Lab scale 내진성능평가기법 개발”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 27, No.1, pp. 46-51 (2013).

4) NFPA 13 “Standard for the Installation of Sprinkler Systems, Ch.9” (2016).

침에 따르면 신규로 설치할 배관이나 기존에 설치한 배관에 대해 다음의 4가지 내진설계 방법을 제시하고 있다. 첫 번째 Cook Book, 두 번째 Static Hand Calculations, 세 번째 Static System Analysis 그리고 네 번째로 Response Spectra Analysis이다. 현재 국내에서 도입해서 사용하고 있는 버팀대 위주의 내진설계 방식의 경우 첫 번째로 제시한 Cook Book 방식으로 과도할 정도로 안전율을 잡고 있는 아주 보수적인 배관의 내진설계 방식이다. 이 방식을 도입한 이유는 배관계통이나 내진에 대한 공학적 지식을 알지 못하는 누구나 내진 설계를 할 수 있도록 하는 것이 취지였다.⁵⁾ 그러나 우리나라의 경우 소화배관의 내진설계 방식에 대한 다양한 기술의 검토 없이 NFPA 13 기준의 Cook Book 방식만을 내진설계 기준에 반영하여 다양한 배관의 내진설계 방법에 제한을 두게 되었다. 소방시설의 내진설계 기준에 따르면 “각 설비에 대하여 특수한 구조 등으로 특별한 조사·연구에 의해 설계하는 경우에는 그 근거를 명시하고, 이 기준을 따르지 아니할 수 있다”라고 명시하여 Cook Book 방식 외에도 다른 방식을 사용할 수 있는 근거는 제시하고 있지만 다른 방법에 대한 기술의 구체화가 되어 있지 않고, 배관의 내진 설계방법에 대한 여러 방식을 공학적으로 이해할 수 있는 기술자가 거의 없어 이를 현장에 적용하는 것에는 한계가 있다.⁶⁾

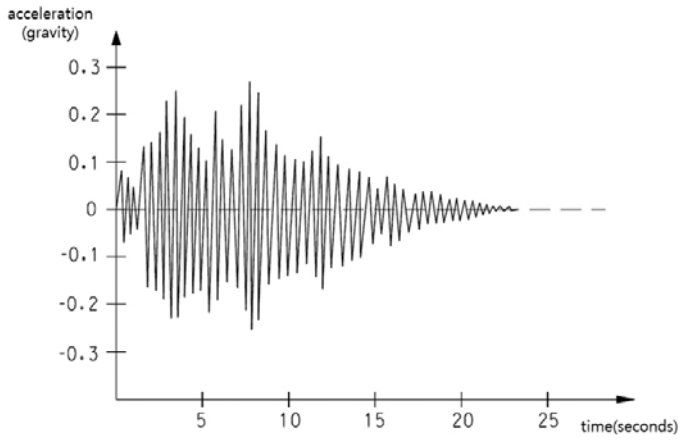
그러므로 이 연구에서는 지진으로 인해 배관에 전달될 수 있는 지진의 최대가속도와 다양한 하중의 변화를 통한 소화설비 배관의 응력 변화를 Static System Analysis를 이용하여 해석하고자 한다. 그리고 배관 및 배관의 지지대에 전달될 수 있는 다양한 하중 조건을 고려해 배관에서 발생하는 응력을 해석하고 이를 지지하는 장치에 필요한 지지응력과 응력을 저감시킬 수 있는 장치의 활용 방안을 통해 소화설비 배관의 성능위주의 내진설계의 적용 방식을 설명하고자 한다.

II. 본문

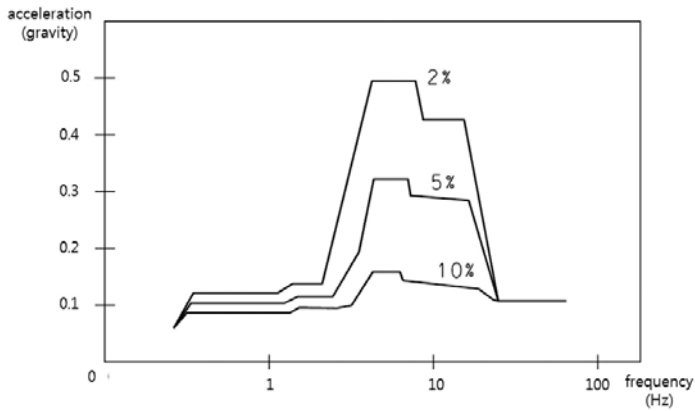
소화배관의 정확한 내진설계를 위해서는 <그림 1>과 같은 지진에 대한 동역학적 시간 이력, <그림 2>와 같은 지진에 대한 동역학적 응답 스펙트럼, <식 1>과 같은 정역학적 정적 계수 확률적 데이터 그리고 파이프 버팀대 간의 움직임의 차이에 대한 입력에 의해 가능하다.

5) ASCE, “Seismic Design and Retrofit of Piping Systems” (2002).

6) 소방청, “소방시설의 내진설계 기준” (2017).



〈그림 1〉 지진에 대한 동역학적 시간 이력⁴⁾



〈그림 2〉 지진에 대한 동역학적 응답 스펙트럼⁴⁾

$$RP = T / r^*$$

$$r^* = -\log_e (NEP) \sim r (1 + 0.5r)$$

RP = return period

r = exceedance probability = 1 - NEP

NEP = non-exceedance probability

T = exposure period, years

〈식 1〉

4) NFPA 13 "Standard for the Installation of Sprinkler Systems, Ch.9" (2016).

국내 소방시설의 내진설계 기준의 경우 지진분리이음, 지진분리장치, 버팀대, 방진장치, 내진 스톱퍼를 중심으로 기술하고 있으며, 배관의 경우 <그림 3>과 같이 지진분리이음, 지진분리장치, 버팀대를 중심으로 내진설계를 하도록 되어 있다. 지진분리이음이나 지진분리장치의 경우 외부에서 배관으로 전달되는 힘을 분리해주는 용도로 설치된다. 버팀대 위주의 설계방식의 경우 지진에 대한 순간하중에 대해 버팀대를 고정간격으로 설치하는 방식으로 해석한다. <그림 4>와 같이 수평배관에 설치되는 횡방향 흔들림 방지 버팀대의 경우 12m(40ft) 간격으로 설치되며, 종방향 흔들림 방지 버팀대의 경우 24m(80ft) 간격으로 설치하게 되어 있다.

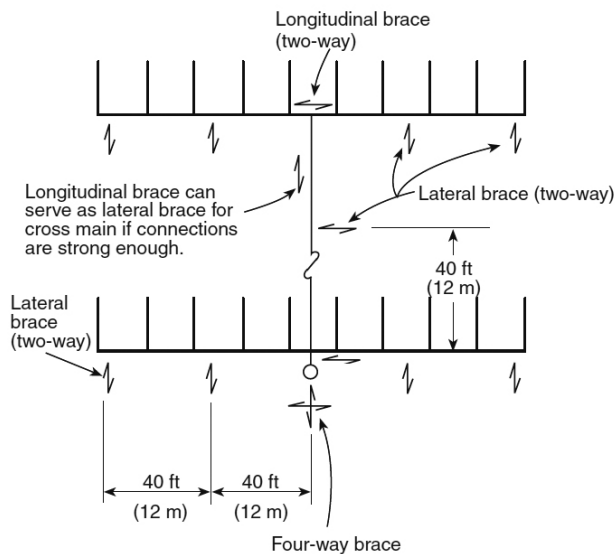


a. 수평방향 버팀대

b. 수직방향 버팀대

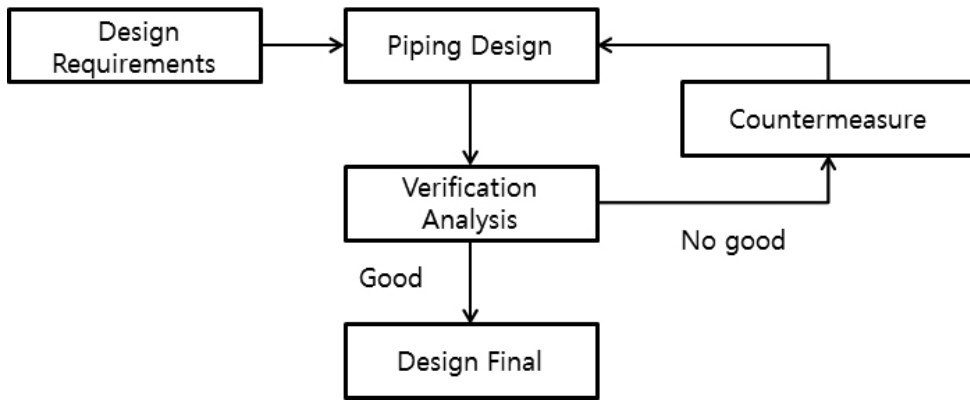
c. 지진분리장치 및 이음

<그림 3> 횡방향 및 종방향 흔들림 방지 버팀대 설치



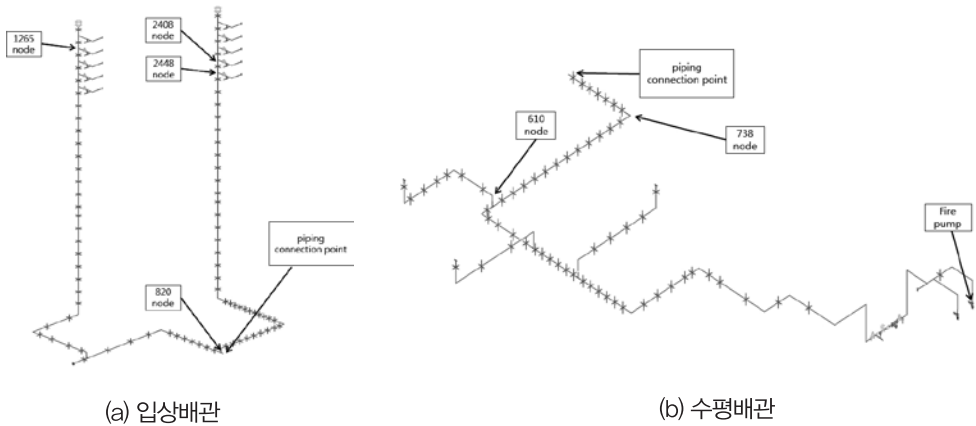
<그림 4> 배관에 대한 버팀대의 설치 방법 예시

소방시설의 내진설계 기준에 의해 배관을 설계하는 경우 각 구간에 있는 모든 배관과 물의 무게를 합한 후 배관의 관 부속에 대한 무게를 대략적으로 배관과 물의 총 무게의 15%로 간주하여 버팀대를 설계하게 된다. 반면 공학적 배관의 내진설계 방식은 굽힘 응력 및 지지력에 대한 빔 공식을 사용하여 직접 수 계산을 통해 해석하였다. 그러나 배관의 응력해석 배관 설계 소프트웨어가 개발된 후에는 직접 수 계산을 하는 것보다 빠르고 정확한 소프트웨어를 이용한 배관 해석방식이 선호되고 있다. <그림 5>의 경우 일반적인 배관의 내진설계에 대한 순서도로 설계에 대한 요구사항에 대한 검증이 완료될 때 까지 피드백을 통하여 최종 검증단계에 이르는 방식을 사용하고 있다.



<그림 5> 배관의 내진설계 순서도

배관의 내진설계와 관련된 코드를 적용하기 위해서는 배관에 대한 정확한 해석을 통한 isometric diagram을 통해서 가능하다. 국내의 경우 배관의 내진설계와 관련된 공학적 해석을 위한 관련 코드가 없기 때문에 국제적으로 배관의 설계에 공인되어 사용되고 있는 코드 중 ASME B31.3, ‘Code for pressure piping’을 기반으로 내진 해석을 하였다. <그림 6>는 소화배관 isometric diagram으로 (a)는 입상배관을 (b)는 펌프에서 입상배관에 이르는 수평배관을 나타낸다. 배관의 지지를 위한 지지대는 3m 간격으로 설치되어 있었고 이를 기준으로 250여개의 구간(node)으로 나누어 배관을 해석하였다. 지진에 대한 가속도는 0.1g 간격으로 0.1g에서 0.5g 까지 적용하여 해석하였다.



〈그림 6〉 내진설계 해석을 위한 소화설비 배관의 isometric diagram

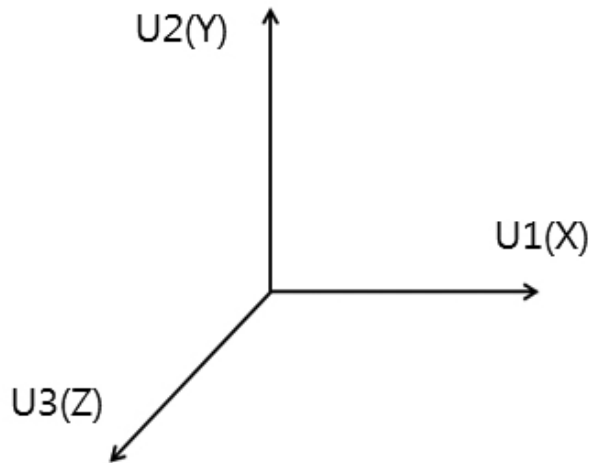
배관의 해석을 위해서는 배관에 전달되는 지진 가속도에 대한 입력 값도 중요하지만 배관을 어떤 하중 조건에서 해석할 것인지에 대한 부분도 중요한 고려사항이다. 〈표 1〉은 배관의 내진 해석을 위한 하중 조건으로 총 37가지 조건을 가정하여 입력하였다. OPE의 경우 배관에서 물이 유동될 때를 고려한 해석, SUS의 경우는 배관과 물의 중량에 의한 지지대의 영향을 고려한 해석, EXP의 경우는 열에 의한 영향을 고려한 해석 그리고 OCC의 경우는 지진이나 바람 기타 외부의 충격같이 일시적인 힘을 고려한 해석이다. 또한 배관과 물의 하중(W), 배관의 온도(T) 그리고 배관의 압력(P)에 따른 배관의 응력 변화와 〈그림 7〉과 같이 배관에 힘이 전달되는 방향에 따라 X축 방향(U1), Y축 방향(U2), Z축 방향(U3)으로 다양하게 해석하였다. 이 때 물의 온도는 21℃, 압력은 14kg_f/cm²를 기준으로 해석하였다.

〈표 1〉 내진 해석을 위한 하중 조건⁷⁾

| Number | Analysis of condition case | Load case | Number | Analysis of condition case | Load case |
|--------|----------------------------|------------------|--------|----------------------------|-------------|
| 1 | HYD | L1=WW+HP | 20 | OCC | L20=L8-L2 |
| 2 | OPE | L2=W+T1+P1 | 21 | OCC | L21=L9-L2 |
| 3 | OPE | L3=W+T1+P1+U1+U2 | 22 | OCC | L22=L10-L2 |
| 4 | OPE | L4=W+T1+P1-U1-U2 | 23 | OCC | L23=L14+L15 |
| 5 | OPE | L5=W+T1+P1+U1-U2 | 24 | OCC | L24=L14+L16 |
| 6 | OPE | L6=W+T1+P1-U1+U2 | 25 | OCC | L25=L14+L17 |
| 7 | OPE | L7=W+T1+P1+U2+U3 | 26 | OCC | L26=L14+L18 |
| 8 | OPE | L8=W+T1+P1-U2-U3 | 27 | OCC | L27=L14+L19 |
| 9 | OPE | L9=W+T1+P1+U2-U3 | 28 | OCC | L28=L14+L20 |

7) CAE Eng'g S/W, "CAESAR II Technical Reference Manual" (2013).

| Number | Analysis of condition case | Load case | Number | Analysis of condition case | Load case |
|--------|----------------------------|---------------------|--------|----------------------------|---------------|
| 10 | OPE | $L10=W+T1+P1-U2+U3$ | 29 | OCC | $L29=L14+L21$ |
| 11 | OPE | $L11=W+T1+P1+U1+U3$ | 30 | OCC | $L30=L14+L22$ |
| 12 | OPE | $L12=W+T1+P1-U1-U3$ | 31 | OCC | $L31=L11-L2$ |
| 13 | OPE | $L13=W+T1+P1+U1-U3$ | 32 | OCC | $L32=L12-L2$ |
| 14 | SUS | $L14=W+P1$ | 33 | OCC | $L33=L13-L2$ |
| 15 | OCC | $L15=L3-L2$ | 34 | OCC | $L34=L14+L31$ |
| 16 | OCC | $L16=L4-L2$ | 35 | OCC | $L35=L14+L32$ |
| 17 | OCC | $L17=L5-L2$ | 36 | OCC | $L36=L14+L33$ |
| 18 | OCC | $L18=L6-L2$ | 37 | EXP | $L37=L2-L11$ |
| 19 | OCC | $L19=L7-L2$ | | | |



〈그림 7〉 내진 해석 좌표

Ⅲ. 결과 및 고찰

〈표 2〉는 Static System Analysis방식을 통해 250여개의 node로 구성된 소화배관에 전달되는 5가지의 지진 가속도 조건, 37가지 하중조건을 고려한 배관의 응력 해석 값이다. 총 46,000여

개 조건에 따라 응력이 해석되었지만, 최대 지진가속도 별로 가장 위험한 조건을 13개씩 총 65개의 응력 해석 값을 <표 2>에서 나타내고 있다. 해석 프로그램의 해석 단위가 kg/cm^2 을 사용하고 있어 신뢰성을 위해 SI단위를 대신하여 표기하였다. 배관의 허용응력(allowable stress)은 ASME code에서 제시하고 있는 $1496.15kg/cm^2$ 을 적용하였다.⁸⁾

<표 2> 지진가속도의 조건에 따른 배관의 응력 해석⁸⁾

| No | Seismic factor | | | Fail load | Load case analyzed | Element nodes | ASME code stress (kg/cm^2) | Allowable stress (kg/cm^2) | Percent (%) |
|----|----------------|-----|-----|------------------|--------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|
| | X | Y | Z | | | | | | |
| 1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | (OCC)L15=L3-L2 | X / Z | 1265 | 7.52 | 1496.15 | 7.52 |
| 2 | | | | (OCC)L18=L6-L2 | Y / -Z | 2245 | 150.97 | 1496.15 | 10.09 |
| 3 | | | | (OCC)L19=L7-L2 | W+P+X+Z | 2448 | 272.05 | 1496.15 | 18.18 |
| 4 | | | | (OCC)L21=L9-L2 | W+P+Y-Z | 2448 | 280.15 | 1496.15 | 18.72 |
| 5 | | | | (OCC)L23=L14+L15 | W+P+X+Y | 1265 | 1122.61 | 1496.15 | 75.03 |
| 6 | | | | (OCC)L26=L14+L18 | W+P-X+Y | 1265 | 1125.1 | 1496.15 | 75.20 |
| 7 | | | | (OCC)L27=L14+L19 | X / -Z | 1265 | 1125.99 | 1496.15 | 75.26 |
| 8 | | | | (OCC)L29=L14+L21 | W+P+X+Z | 1265 | 1126.19 | 1496.15 | 75.27 |
| 9 | | | | (OCC)L34=L14+L31 | W+P+X-Z | 1265 | 1420.16 | 1496.15 | 94.90 |
| 10 | | | | (OCC)L35=L14+L32 | X / Y | 1265 | 1396.43 | 1496.15 | 93.33 |
| 11 | | | | (OCC)L36=L14+L33 | -X / Y | 1265 | 1421.54 | 1496.15 | 95.01 |
| 12 | | | | (OCC)L31=L11-L2 | X / Z | 2448 | 270.54 | 1496.15 | 18.08 |
| 13 | | | | (OCC)L31=L12-L2 | -X / -Z | 2448 | 276.15 | 1496.15 | 18.46 |
| 1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | (OCC)L15=L3-L2 | X / Z | 1265 | 223.8 | 1496.15 | 14.96 |
| 2 | | | | (OCC)L18=L6-L2 | Y / -Z | 2245 | 301.94 | 1496.15 | 20.18 |
| 3 | | | | (OCC)L19=L7-L2 | W+P+X+Z | 2448 | 410.11 | 1496.15 | 27.41 |
| 4 | | | | (OCC)L21=L9-L2 | W+P+Y-Z | 2448 | 280.15 | 1496.15 | 18.72 |
| 5 | | | | (OCC)L23=L14+L15 | W+P+X+Y | 1265 | 1139.16 | 1496.15 | 76.14 |
| 6 | | | | (OCC)L26=L14+L18 | W+P-X+Y | 1265 | 1149.66 | 1496.15 | 76.84 |
| 7 | | | | (OCC)L27=L14+L19 | X / -Z | 1265 | 1496.15 | 1496.15 | 76.66 |
| 8 | | | | (OCC)L29=L14+L21 | W+P+X+Z | 1265 | 1149.49 | 1496.15 | 76.83 |
| 9 | | | | (OCC)L34=L14+L31 | W+P+X-Z | 1265 | 1433.48 | 1496.15 | 95.81 |
| 10 | | | | (OCC)L35=L14+L32 | X / Y | 1265 | 134.01 | 1496.15 | 91.84 |
| 11 | | | | (OCC)L36=L14+L33 | -X / Y | 1265 | 1427.86 | 1496.15 | 95.44 |
| 12 | | | | (OCC)L31=L11-L2 | X / Z | 2448 | 410.69 | 1496.15 | 27.45 |
| 13 | | | | (OCC)L31=L12-L2 | -X / -Z | 2448 | 415.18 | 1496.15 | 27.75 |

8) ASME B31.3, "Code for pressure piping", (2014).

소화설비배관의 성능위주 내진설계 적용방법에 관한 연구

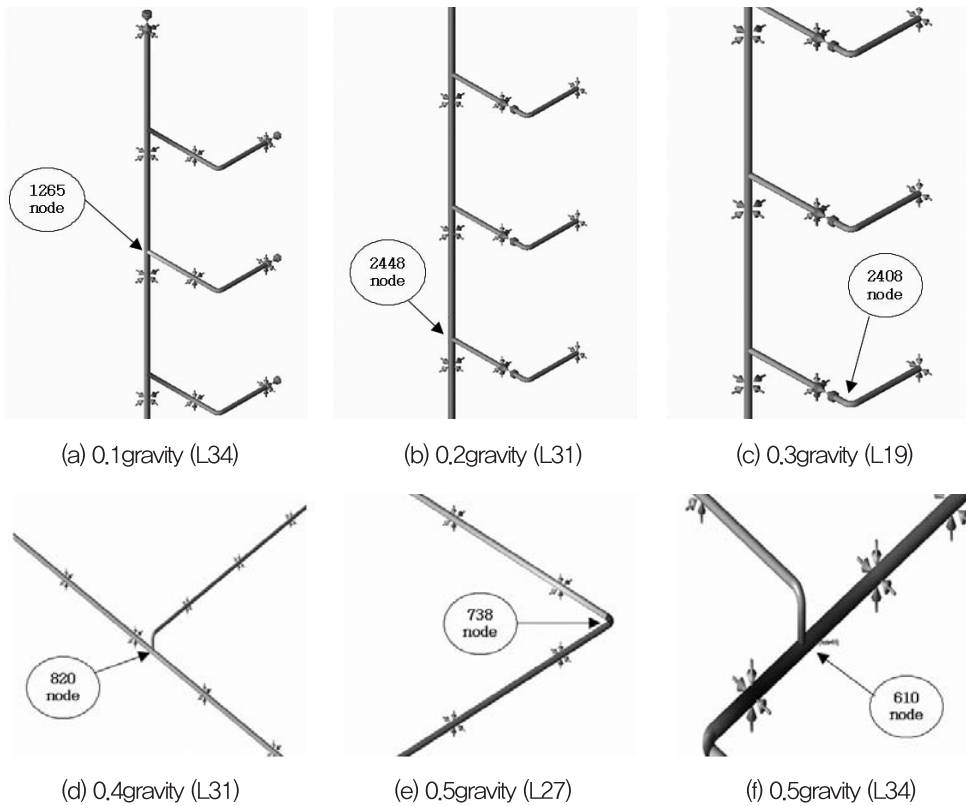
| No | Seismic factor | | | Fail load | Load case analyzed | Element nodes | ASME code stress (kg/cm ²) | Allowable stress (kg/cm ²) | Percent (%) |
|----|----------------|-----|-----|------------------|--------------------|---------------|--|--|-------------|
| | X | Y | Z | | | | | | |
| 1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | (OCC)L15=L3-L2 | X / Z | 610 | 572.42 | 1496.15 | 38.26 |
| 2 | | | | (OCC)L18=L6-L2 | Y / -Z | 610 | 553.82 | 1496.15 | 37.11 |
| 3 | | | | (OCC)L19=L7-L2 | W+P+X+Z | 2408 | 417.23 | 1496.15 | 27.89 |
| 4 | | | | (OCC)L21=L9-L2 | W+P+Y-Z | 2448 | 427.25 | 1496.15 | 28.56 |
| 5 | | | | (OCC)L23=L14+L15 | W+P+X+Y | 1265 | 114.41 | 1496.15 | 77.83 |
| 6 | | | | (OCC)L26=L14+L18 | W+P-X+Y | 1265 | 1196.33 | 1496.15 | 79.96 |
| 7 | | | | (OCC)L27=L14+L19 | X / -Z | 1265 | 1182.39 | 1496.15 | 79.03 |
| 8 | | | | (OCC)L29=L14+L21 | W+P+X+Z | 1265 | 1184.74 | 1496.15 | 79.19 |
| 9 | | | | (OCC)L34=L14+L31 | W+P+X-Z | 1265 | 1464.14 | 1496.15 | 97.86 |
| 10 | | | | (OCC)L35=L14+L32 | X / Y | 1265 | 1368.9 | 1496.15 | 91.49 |
| 11 | | | | (OCC)L36=L14+L33 | -X / Y | 1265 | 1466.04 | 1496.15 | 97.99 |
| 12 | | | | (OCC)L31=L11-L2 | X / Z | 820 | 429.57 | 1496.15 | 28.71 |
| 13 | | | | (OCC)L31=L12-L2 | -X / -Z | 2448 | 422.13 | 1496.15 | 28.21 |
| 1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | (OCC)L15=L3-L2 | X / Z | 610 | 1269.77 | 1496.15 | 84.87 |
| 2 | | | | (OCC)L18=L6-L2 | Y / -Z | 610 | 1253.87 | 1496.15 | 83.81 |
| 3 | | | | (OCC)L19=L7-L2 | W+P+X+Z | 738 | 935.55 | 1496.15 | 62.53 |
| 4 | | | | (OCC)L21=L9-L2 | W+P+Y-Z | 738 | 913.06 | 1496.15 | 61.03 |
| 5 | | | | (OCC)L23=L14+L15 | W+P+X+Y | 610 | 1314.99 | 1496.15 | 87.89 |
| 6 | | | | (OCC)L26=L14+L18 | W+P-X+Y | 610 | 1299.5 | 1496.15 | 86.87 |
| 7 | | | | (OCC)L27=L14+L19 | X / -Z | 1265 | 1227.56 | 1496.15 | 82.05 |
| 8 | | | | (OCC)L29=L14+L21 | W+P+X+Z | 1265 | 1228.9 | 1496.15 | 82.12 |
| 9 | | | | (OCC)L34=L14+L31 | W+P+X-Z | 1265 | 1472.19 | 1496.15 | 98.40 |
| 10 | | | | (OCC)L35=L14+L32 | X / Y | 610 | 1336.35 | 1496.15 | 89.32 |
| 11 | | | | (OCC)L36=L14+L33 | -X / Y | 1265 | 1478.55 | 1496.15 | 98.82 |
| 12 | | | | (OCC)L31=L11-L2 | X / Z | 610 | 1030.85 | 1496.15 | 68.90 |
| 13 | | | | (OCC)L31=L12-L2 | -X / -Z | 610 | 1051.69 | 1496.15 | 70.29 |
| 1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | (OCC)L15=L3-L2 | X / Z | 610 | 1855.96 | 1496.15 | 124.50 |
| 2 | | | | (OCC)L18=L6-L2 | Y / -Z | 610 | 1839.7 | 1496.15 | 122.97 |
| 3 | | | | (OCC)L19=L7-L2 | W+P+X+Z | 738 | 1542.69 | 1496.15 | 103.11 |
| 4 | | | | (OCC)L21=L9-L2 | W+P+Y-Z | 738 | 1500.55 | 1496.15 | 100.29 |
| 5 | | | | (OCC)L23=L14+L15 | W+P+X+Y | 610 | 1887.3 | 1496.15 | 126.14 |
| 6 | | | | (OCC)L26=L14+L18 | W+P-X+Y | 610 | 1871.26 | 1496.15 | 125.07 |
| 7 | | | | (OCC)L27=L14+L19 | X / -Z | 738 | 1570.45 | 1496.15 | 104.97 |
| 8 | | | | (OCC)L29=L14+L21 | W+P+X+Z | 738 | 1529.07 | 1496.15 | 102.20 |
| 9 | | | | (OCC)L34=L14+L31 | W+P+X-Z | 610 | 1929.09 | 1496.15 | 128.54 |
| 10 | | | | (OCC)L35=L14+L32 | X / Y | 610 | 1937.52 | 1496.15 | 129.50 |
| 11 | | | | (OCC)L36=L14+L33 | -X / Y | 610 | 1653.16 | 1496.15 | 110.49 |
| 12 | | | | (OCC)L31=L11-L2 | X / Z | 610 | 1647.3 | 1496.15 | 110.12 |
| 13 | | | | (OCC)L31=L12-L2 | -X / -Z | 610 | 1650.8 | 1496.15 | 110.33 |

0.1g에서는 배관의 element node가 1265node, 2245node, 2448node에서 큰 응력이 발생하였다. 1265node의 경우 fail loadL36 조건에서 배관의 응력이 1,420.16kg/cm²이 계산되어 허용 응력 값의 94.90%로 가장 큰 위험이 있는 node임을 알 수 있다. 0.2g에서도 element node가

1265node, 2245node, 2448node에서 큰 응력이 발생하였으며, 1265node의 경우 fail loadL34 조건에서 $1,427.86\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 계산되어 허용 응력 값의 95.44%로 0.1g와 동일하게 배관에서 가장 큰 영향을 받는 node임을 알 수 있다. 0.3g에서는 배관의 element node가 610node, 820node, 1265node, 2408node, 2448node에서 큰 응력이 발생하였다. 1265node의 경우 fail loadL34 조건에서 가장 큰 응력이 발생되었으며 0.1g와 0.2g에서 큰 응력을 발생되었던 2245node보다 610node, 820node, 2408node에서 더 큰 응력이 발생되었다. 0.4g에서는 배관의 element node가 610node, 738node, 1265node에서 큰 응력이 발생되었다. 이 중 1265node에서는 0.3g 해석 시와 동일하게 가장 큰 응력이 발생되었으며 fail loadL34조건에서 배관의 응력은 $1,472.19\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 계산되어 허용 응력 값에 98.82%에 도달되었다. 이는 배관에 안전율을 고려하여 제시된 허용 응력 값을 비교하였을 때는 문제가 되지 않는다. 하지만 배관에 전달되는 모든 힘을 고려하지 못하였기 때문에 배관의 지진에 대한 안전을 고려한다면 배관의 허용 응력을 개선할 필요가 있다. 배관에 전달되는 최대 가속도 0.5g에서는 element node가 610node, 738node에서 허용 응력 값을 초과하는 응력이 발생되었다. 610node에서 fail loadL35조건에서 배관의 응력은 $1,937.52\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 계산되었으며, 이는 배관의 허용 응력 값에 129.50%를 초과하는 값으로 소화 배관에 심각한 문제가 발생됨을 예상해 볼 수 있다. 더욱 심각한 문제는 국내의 흔들림 방지 버팀대의 KF인정기준을 고려해 보면 소방시설의 내진설계기준에 따른 해석을 통해서도 일정 구간마다 배관을 흔들림을 방지하기 위한 힘(force:Kg)을 해석하고 버팀대가 이 힘을 지지할 수 있느냐에 따라 문제발생 여부를 해석하게 된다. 하지만 공학적 해석 방법에서는 배관에서 발생하는 응력(Stress:kg/cm²)을 지지대가 지지할 수 있는지 여부에 대하여 해석하고 있다. 배관에 발생하는 힘은 배관과 접하는 면적과 관련 된 값으로 힘에 의해서 응력에 변화가 있을 수 있지만 면적의 크기에 따라 KF인정기준에 나와 있는 시험기준을 상회할 수 있어 버팀대의 성능에 문제가 발생할 수 있음을 예상해 볼 수 있다.

소방시설의 내진설계기준에 따른 방법을 통해 버팀대에 전달되는 하중에 대한 단순한 응력 해석 방법도 필요하지만 배관 자체가 가지고 있는 인장 및 압축응력에 대한 재료적 특성을 고려한 좀 더 정밀하고 신뢰성 있는 역학적 해석을 할 필요가 있다.

〈그림 8〉의 (a), (b), (c), (d), (e), (f)를 통해 배관의 응력이 집중되는 부분은 직선배관 부위보다는 배관과 배관이 접속되는 엘보나 티 등의 관 부속 부위임을 알 수 있었다. 0.1g ~ 0.4g 까지 내진 설계 시에는 국소적으로 응력이 집중되는 1265node에 대하여 응력을 해소시킬 수 있는 방법을 고려하여야 하며, 0.5g까지 내진 설계 시에는 610node, 738node 뿐 아니라 0.1g ~ 0.4g에서 최대 응력이 발생하는 1265node에 대한 고려를 하여야 한다.



〈그림 8〉 응력의 해석 시 fail 구간에 대한 Isometric diagram

〈그림 9〉는 외부에서 전달된 하중에 대해 가변성 있는 움직임을 통해 응력을 해소해 주는 장치에 대한 개념도이다. 기존의 소방시설의 내진설계 기준에는 이런 국소적 장치에 대한 개념이 지진분리이음 및 지진분리장치로 되어 있다. 이는 배관의 이음방식을 볼 조인트나 멀티조인트 방식이 아닌 그르부 조인트(groove joint)방식을 대부분 적용한 것으로 이음부위에 직각방향으로 하중이 걸릴 경우 굽힘 응력에 대해 내구성을 갖지 못하는 단점이 있다. 하지만 〈그림 9〉의 볼 조인트나 멀티조인트의 경우 배관에 직각방향으로 걸리는 하중과 변위에 대해 충분한 내구성을 가지고 있어 공인된 성능 안에서는 국소적으로 응력을 해소시키는 방식으로 사용하여도 문제가 발생하지 않는다. 각종 플랜트의 주요 배관의 내진 설계 시에도 버팀대를 이용한 방식보다는 Static System Analysis방식을 이용하여 1차 해석 후 응력이 집중되는 곳에 볼 조인트나 멀티 조인트가 배관에 설치된 것으로 가정하여 2차 해석을 통해 응력을 저감시키는 방식의 기술을 사용하고 있다. 또한 내진 버팀대의 경우 신규로 설치하는 배관에는 적용이 가능하지만 기존에 설치된 배관에 대해 적용하는데 어려움이 있다. 하지만 볼 조인트나 멀티조인트를 사용하는 방식은 신규로

설치하는 배관 뿐 아니라 기존에 설치된 배관과 버팀대에 대한 응력 해석 후 응력이 집중되는 곳에 장치를 적용하여 내진 시공을 할 수 있는 장점도 있어 필요에 따라 내진보강공사도 가능하다.



(a) 볼 조인트



(b) 멀티조인트



(c) 입상배관의 멀티조인트 활용 내진 시공



(d) 수평배관의 볼조인트 활용 내진 시공

〈그림 9〉 볼 조인트나 멀티조인트를 활용한 내진 시공 예시⁹⁾

IV. 결론

본 연구에서는 국내의 소방시설의 내진설계 기준에서 제시하고 있는 설계방식과 Static System Analysis 방식의 비교해석을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

7) <http://www.bnsjoint.co.kr/>, 주식회사 비엔에스조인트(BNSJOINT) Website (2017).

1. 소방시설의 내진설계 기준에 의해 소화배관을 해석하는 경우 구간의 하중을 기준으로 버팀대의 응력에 대한 부분만을 해석하기 때문에 구간의 하중이 동일할 경우 위치와 상관없이 같은 응력이 발생하는 것으로 해석되며 배관에 대해서는 응력이 해석되지 않는 단점이 있음을 알 수 있었다.

2. Static System Analysis방식으로 배관을 해석한 결과 발생하는 응력을 node에 따라 정확하게 해석할 수 있었으며, 구간이 아닌 전체 배관에 대하여 응력이 집중되는 여러 node의 해석이 가능해 응력이 집중되는 부위에 대한 대책을 세울 수 있다는 장점이 있었다.

3. Static System Analysis방식에 의해 소화배관에서 발생하는 응력을 해석할 경우 지진에 의한 가속도와 하중에 대한 여러 조건에 따라 같은 node에서도 다른 응력 값이 계산됨을 알 수 있었다.

4. Static System Analysis방식에 의해 지진의 가속도와 하중에 대한 여러 조건에 따라 발생하는 최대 응력을 해석한 결과 항상 동일한 node에서 최대 응력이 발생하는 것이 아니라 가속도의 크기와 하중에 대한 여러 케이스에 따라 다른 node에도 발생할 수 있음을 알 수 있었다.

5. 배관의 경우 응력이 집중되는 부위는 직선구간의 배관 보다는 배관이 분기되는 곳에 집중되는 경향을 보였으며 이 구간에는 대부분 관부속이 설치되어 있음을 알 수 있었다.

즉, 공학적으로 신뢰성 있는 소화설비 배관의 내진설계를 위해서는 배관에 전달되는 지진가속도에 따른 배관의 응력변화를 해석하는 것이 필수 조건이다. 또한 건축 구조물의 내진 요구 성능에 따라 배관의 내진 요구 성능을 일치 시킬 필요가 있다. 하지만 소방시설의 내진설계 기준의 Cook Book 방식은 버팀대에 전달되는 배관의 무게를 중심으로 설계하는 방식이기 때문에 배관에 대한 정확한 응력 해석이 불가능하고 건축 구조물의 내진 요구 성능에 따른 설계가 불가능하다. 그러므로 소화설비 배관의 성능위주 내진설계를 위해서는 1차적으로 건축 구조물의 요구 내진 성능을 파악하여야 하며 이에 따라 배관의 응력을 해석을 하고 문제가 발생된 node에 대하여 응력을 저감시킬 수 있는 장치를 설치하는 방식의 합리적인 내진 설계를 채용할 필요가 있다.

참고문헌

- <http://www.kma.go.kr/>, 기상청 Website (2017).
 - 이재오, 김홍경, 조순봉, “소화설비 배관의 성능위주 내진설계 방법에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문집, Vol. 31, No.1, pp. 86-94 (2017).
 - 곽지현, 윤종구, “등가선형해석이론에 의한 소방설비 구성품의 Lab scale 내진성능평가기법 개발”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 27, No.1, pp. 46-51 (2013).
 - NFPA 13 “Standard for the Installation of Sprinkler Systems, Ch.9” (2016).
 - ASCE, “Seismic Design and Retrofit of Piping Systems” (2002).
 - 소방청, “소방시설의 내진설계 기준” (2017).
 - C.A.E Eng’g S/W, “CAESAR II Technical Reference Manual” (2013).
 - ASME B31.3, “Code for pressure piping”, (2014).
 - <http://www.bnsjoint.co.kr/>, 주식회사 비앤에스조인트(BNSJOINT) Website (2017).
-

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

3장

제천화재를 계기로 바라본 지방자치단체의 역할과 전망

채 진 중앙소방학교 교수

제천화재를 계기로 바라본 지방자치단체의 역할과 전망

채 진 중앙소방학교 교수

DAEJEON
SEJONG
FORUM

I. 들어가는 말

우리나라의 경제성장은 압축적 성장(장경섭, 1998), 돌진적 성장(한상진, 1998)으로 불릴 만큼 놀랄 만한 경제성장을 달성했지만 다른 한편으로는 아직 눈치 채지 못한 어두운 면과 위험들이 상존하고 있다. 최근에 발생한 일련의 화재사고도 이러한 잠재적인 위험과 무관할 수 없다. 성장만능주의가 불러온 재난이라고 해도 과언이 아니다. 비약적인 경제성장이 가져온 파장이라고 볼 수밖에 없다. 앞으로도 대형재난이 지속적으로 발생할 것으로 전망한다.

우리나라의 위험사회는 신자유주의 물결에 따라 가속화되었다. 1990년대 등장한 신자유주의는 정부의 효율성을 증대하기 위해 공공부문에 경쟁과 성과라는 시장원리를 도입하였다. 정부의 안전에 관한 규제정책은 신자유주의 원리에 의해 완화되었다. 화재가 발생했을 때 연소확대를 방지하는 방화구획은 소규모 건축물에 적용되지 않았고, 건축물의 외장재는 건물의 벽 외부에 접착제를 바르고 단열재(스티로폼)를 접착한 뒤 그 위에 마감재를 도포해 화재가 발생하면 급속하게 상층으로 확대되었다.

곳곳에서 재난의 징후가 감지되고 있다. 재난정책은 복구 중심에서 예방중심으로 패러다임이 전환되고 있으나, 이미 예방하기에는 너무 늦어버렸다. 성장만능주의에 사로잡혀 안전한 건물과 안전정책을 찾을 수 없고 부실한 건축물과 안전불감증만 남아 있다. 이러한 우리사회의 재난환경을 통해 살펴보면 앞으로도 더 큰 규모의 재난이 발생할 것으로 전망한다.

우리나라에서 발생한 재난은 산업의 발전에 수반되는 위험과 전근대적인 의식, 근대적 물질문명의 결합을 통한 위험이 동시적으로 나타난 결과이다(홍성태, 2006). 일찍이 독일 사회학자

울리히 벡(Ulrich Beck)은 현대사회는 근대화가 되면서 물질적인 풍요로움을 누리고 있지만 우리 사회 곳곳에 위험이 있다고 지적하였다. 사회적 위험을 줄이기 위해서는 정책의 우선순위를 사회적 안전장치 마련에 두어야 한다. 그렇지 않을 경우 피해는 가난하고 소외된 계층, 즉 재난 약자가 짊어지게 된다.

제천 스포츠센터 화재가 발생한 2017년 12월 21일 오후 3시 53분. 당시 상황실에 최초 화재 신고가 들어온 시각이다. 이 신고를 받고 출동한 소방 선착대는 오후 4시쯤 현장에 도착했다. 지휘차와 펌프차 1대 씩 총 6명이 화마와 마주했다. 1분 후 제천소방서 소속 펌프차 1대와 구급차, 펌프차 1대가 추가로 현장에 왔다. 이때까지 투입된 선착대의 총 소방인력은 총 13명이었다. 이 중 지휘팀장과 화재조사, 구급대원 2명, 의무소방 2명, 기관원 3명을 제외하면 진압대원은 고작 4명뿐이었다.

제천에서 발생한 스포츠센터 화재는 위험사회에 근거하여 조명하여야 할 것이다. 과연 소방의 대응 부실이 피해를 키운 가장 큰 원인이었을까? 알 만한 사람은 다 아는 사실이지만 소방의 대응 부실은 후차적인 문제다. 이를 논하는 것보다 대형 인명피해를 불러올 수밖에 없었던 건축구조와 부실한 관리, 관계자의 미흡한 대처 등 근본적인 문제에 대한 방안을 마련하는 것이 무엇보다 중요하다.

따라서 이 글은 2017년 12월 21일 충청북도 제천시스포츠센터에서 발생한 화재사례의 분석을 통해 드러난 문제점을 중심으로 지방정부의 역할과 전망을 제시하는데 있다.

II. 제천화재 사례분석

1. 화재개요

2017. 12. 21(목). 15시 48분경, 제천시 하소동에 위치한 스포츠센터건물, 1층 주차장 천장에서 배관 동결방지를 위해 설치한 보온등(4개)이 축열되면서 스티로폼에 착화된 것으로 잠정적으로 추정하고 있으며, 국립과학수사연구원은 '1층 천장에 설치됐던 보온등 과열과 열선 훼손으로 추정된다'는 감식결과를 내놨다.

이후 착화된 불은 빠르게 확대되어 불붙은 스티로폼 용융물이 1층 필로티 주차차량 위로 쏟아지면서 주차장 내 차량 15대와 외부차량 1대 등 총 16대의 차량으로 급속히 동시다발적으로

연소확대되었고, 이때 발생한 화염과 농연이 급속하게 전층으로 확대된 것으로 조사되었다.

이 화재로 인한 피해는 사망 29명 등 총 69명의 사상자와 약 20억 3,500만원의 재산피해가 발생하였다.

2. 화재신고 및 초기소화

최초의 119신고는 관리부장 김○이 1층사무실에 들어와 소화기를 가지고 가면서 불이 났다고 직원 양○○(여, 47세)에게 말해 15시 53분 사무실 전화를 이용해 119에 신고하였다. 건물 관리부장 김○○와 관리과장 김○이 5분여동안 소화기(3.3kg) 1개와 호스릴 CO2설비를 사용하여 소화를 시도하였으며, 소화설비를 사용한 사실은 확인되었다.

3. 화재 신고접수와 출동

15시 53분경 최초신고를 접수한 충청북도소방본부(청주 소재) 상황실 직원은 15시 54분경 출동지령하였으며, 내용은 「노블휘트니스앤스파」 지하주차장에서 불이 났으며 불꽃이 보인다.였다. 15시 54분경 1차 출동지령 편성대는 지휘차, 펌프차 4대(중앙2, 화산1, 봉양1), 굴절차, 단양 구조차, 구급차 등 총 8대였고, 16시 01에서 16시 08분경까지 2차 추가편성대는 제천구조차, 물탱크차, 특수재난구조차, 구급차 2대(화산, 매포), 고가차 등 총 6대였으며, 선착대는 관할센터인 중앙안전센터 차량 4대와 인원 13명이었다. 처음 화재현장에 도착한 총 13명 중 지휘팀장과 화재조사, 구급대원 2명, 의무소방 2명, 기관원 3명을 제외하면 화재진압대원은 4명이었다.

4. 2층 요구조자로부터의 신고접수와 현장전파

충북본부 119상황실에서는 2층 요구조자가 119로 3회(15:59~16:12) 신고를 하여 통화를 하였고, 2층에 다수의 요구조자가 있다는 사실을 정확하게 인지하였고 이 사실을 공용휴대폰으로만 화재조사관에게 2회(16:04, 16:06), 지휘조사팀장에게 1회(16:09) 통보하였다.

화재조사관은 2층에 다수의 요구조자가 있다는 사실을 지휘조사팀장에게 구두로 보고(16:06~08)하였으며, 지휘조사팀장은 화재조사관과 본부상황실로부터 인지한 정보를 소방서

장에게 지휘권을 이양(16:16)하면서 보고하였다.

소방서장은 지휘팀장의 보고와 다수의 주변 사람들로부터 들어 2층에 다수의 요구조자가 있다는 사실을 충분히 인지할 수 있었다. 이와 관련, 충북 상황실에서는 무선이 아닌 유선을 사용하여 특정인들에게만 정보가 전달되었고, 유선으로 정보를 받은 현장지휘관(지휘조사팀장, 소방서장)은 무전으로 현장대원들에게 정보를 전파하였어야 함에도 이를 전달하지 않음으로서 현장대원들은 2층에 다수의 요구조자가 있다는 사실을 즉시 알지 못하는 결과를 초래하였다.

5. 현장지휘관의 현장정보전달

무전 녹취록 분석 결과 상황실에서 현장으로 8회, 현장에서 상황실로 1회, 그리고 현장대원들 간에는 다수의 교신이 있었다. 상황실에서는 2층 요구조자에 대한 정보를 무선이 아닌 유선으로 화재조사관에게 16시 04분, 16시 06분 2차례, 지휘조사팀장에게는 16시 09분에 유선 전달 하였다.

6. 지휘조사팀장의 지휘

지휘조사팀장은 출동 중 차량 안에서 화재가 다중이용시설임을 고려하여 가용소방력 지원출동을 지시하였고, 16시 00분 지휘차 현장도착과 동시에 1층 주차장 차량화재 진압 및 LPG탱크 폭발 방지에 주력토록 지시하였으며, 이후 3층 요구조자 구조활동을 직접 수행하였고, 소방서장 도착 후에는 건물 후면으로 이동하여 9층 옥상 요구조자 구조를 위해 고가차량 운용을 지휘하기도 하였다. 이와 관련하여 지휘조사팀장은 인명구조를 위한 정보파악과 적정한 활동지시 등을 하는 것이 마땅하지만 눈앞에 노출된 위험과 구조상황에만 집중하여 건물후면의 비상구 존재와 상태를 확인하거나 알지 못하였으며, 2층 내부에 요구조자가 많이 존재한다는 사실을 인지하고도 특별한 지휘조치를 취하지 않았다.

7. 소방서장의 지휘

제천소방서장은 16시 12분에 현장에 도착하여 상황을 파악하고 LPG탱크 폭발 방지와 주차장 화재 진압을 지시한 후 긴급구조통제단 가동을 지시했다. 그러나 주변 사람들로부터 2층 요

구조자가 있다는 정보를 여러 번 들었음에도, 8층 난간 요구조자를 구조하기 위하여 굴절사다리차로 구조할 것을 지시하였을 뿐, 2층 요구조자에 대한 인명구조 대책을 마련하지 않았으며, 16시 16분에도 지휘조사팀장과 화재조사관으로부터 현장상황을 보고받으면서 2층에 사람들이 갇혀있는 사실을 전달 받았지만 16시 20분 사망추정자 신원 파악을 위해 각 이송병원에 소방인력 파견을 지시하고, 16시 23분 소방본부장에게 화재상황을 유선으로 보고 하였지만 2층 인명구조에 관한 구체적인 지시나 행동이 없다가, 16시 33분에 이르러서야 지하층 인명검색을 마친 구조대장에게 건물 전면 2층의 유리창을 파괴하여 내부 진입할 것을 지시하였다.

소방서장은 도착 초기부터 2층 내부에 요구조자가 많다는 것을 인지하고도 화재진압 후 주계단 쪽으로 진입하겠다는 최초의 전술계획을 변경하지 않는 등 상황변화에 따른 탄력적인 전술을 적극적으로 전개하지 못하였다.

8. 2층 내부로의 구조진입 지연

내부 진입통로 중 주계단은 16시 00분경 소방대가 도착당시 화재하중이 매우 큰 차량 16대가 최성기 상태였기 때문에 화염과 열기로 인해 진입이 곤란한 상태였다. 두 번째 비상계단은 1층 방화문이 고임목으로 열려 있어, 화재초기부터 비상계단에 농연과 열기가 확산되고 있는 상황으로 16시 16분경 제천구조대가 외부 출입구를 통한 진입을 시도하였으나 농연과 열기로 진입이 곤란하여 후퇴하였다. 세 번째 2층 유리창은 전면과 양 측면에 있었고 1층에서 발생한 화염과 농연에 휩싸인 상태였으나 화세가 누그러든 일부분 유리창은 접근이 가능했을 것으로 판단된다.

최초 2층 진입은, 16시 33분 소방서장의 지시로 제천구조대가 복식사다리를 전개, 외부유리를 파괴하고(16:36) 진입(16:43)하였다. 또한 17시 05분 제천 구조대장과 단양 구조대 2명이 비상계단으로 진입하여 잠겨있는 출입문을 파괴하였다. 2층으로 진입할 수 있는 기회는 구조대가 도착한 16시 06분 이후였다고 볼 수 있으나, 16시 36분까지 지연된 이유는 당시 현장에 긴급히 조치하여야 할 다수의 요구조자 등이 있어 현장상황 파악을 할 여유가 없어, 16시 33분 소방서장의 지시가 있기 전까지 2층에 다수의 요구조자가 있다는 사실을 제대로 알지 못하였다.

9. 구조대의 구조활동

제천소방서 구조대는 16시 01분경 출동지령을 받고 16시 06분에 현장 도착하였다. 구조대

는 당시 화재현장과 3.4km 떨어진 곳에서 고드름 작업을 하고 있던 탓에 119 신고가 접수된 뒤 13분이 지난 14시 06분에 현장에 도착했다. 구조대는 15시 30분경 출동하여 15층 건물 12층에서 고드름 제거 작업을 하였으며, 12층에서 작업을 한 탓에 화재현장으로 출동하는 데 많은 시간이 소요되었다.

16시 15분경 제천소방서 구조대는 건물 3층 요구조자 1명 구조한 후, 16시 16분경 제천소방서 구조대 건물 지하 인명검색을 실시하였다. 구조대는 지하 검색 전 2층 진입 시도하였으나 농연으로 계단참(1.5층)에서 철수한 후 지하 실내골프연습장에서 인명검색을 실시하였다. 16시 33분경 제천소방서장으로부터 전면유리 파괴 및 진입로 확보를 지시받고 16시 36분~16시 43분 제천구조대원 3명은 건물(주출입구) 2층 옥내진입을 하였다. 2층에 복식사다리 설치(16:36)하여 복식사다리 등반(16:37)한 후 외벽유리 파괴(16:38)하고 2층 옥내진입(16:43)하여 인명검색을 실시하였다.

제천구조대가 지휘관으로부터 별도 지시를 받은 것이 없고, 2층의 상황을 전달받지 못한 상황에서 도착과 즉시 3층 요구조자 1명을 구조하고, 지하층 인명검색을 한 것으로 조사되었다. 또한 고열과 농연으로 직상층인 2층을 검색하기 위한 진입을 중간에 중단하였다.

10. 건물구조상의 문제

화재 건물외벽은 화재에 취약한 스티로폼을 이용한 드라이비트 재질이고, 화물용 엘리베이터와 승객용 엘리베이터 층간 방화구획이 부실하게 시공되었으며, EPS실(전기용 배관 샤프트)과 파이프 덕트실의 방화구획 마감처리가 부실하여 화재가 급속히 수직으로 확대되는 구조였다. 필로티 구조의 건축물 주출입구에 방화문이 설치되지 않았고, 천장부분 방화구획이 설정되지 않아 실내로 화재확산 차단이 불가능한 구조이다. 8, 9층 테라스 부분을 불법 증축 및 옥탑의 물탱크실을 불법으로 용도 변경한 것으로 보인다.

Ⅲ. 지방정부의 역할과 전망

제천화재는 우리사회에 많은 교훈을 남겼고, 또한 과제도 남겼다. 제천화재의 사례분석을 통한 재난대책으로 지방정부의 역할과 전망을 살펴보겠다. 구체적으로 화재당시 연소확산과 관

련된 방화구획과 방화문, 지방자치단체장의 재난관리 리더십, 초기대응능력 강화, 비상구 찾기 운동, 안전문화 구축, 재난피해자 심리지원 등을 중심으로 살펴보겠다.

1. 방화구획과 방화문

방화구획의 설치는 화재확대 방지를 통한 인명 및 재산피해 경감이 주목적이 되며, 세부적으로 화재확대 방지, 피난안전 확보 및 소방활동 요구조건을 만족시키는 방향으로 이루어져야 한다(한국소방기술사회, 2015). 방화구획은 건축물을 일정면적 단위별, 층별 및 용도별 등으로 구획함으로써 화재시 일정범위 이외로의 연소를 방지하여 피해를 국부적으로 한정시키기 위한 것으로 건축법상 방화에 관한 규정 중 가장 중요한 것이다. 건축물 화재시 주요 연소 확대 경로는 계단에 의한 연소 확대, 설비 샤프트에 의한 연소 확대로 설비 덕트에 의한 연소 확대, 구획벽의 개구부에 의한 연소 확대, 외벽과 슬래브 틈새에 의한 연소 확대로 구분되며, 이러한 구성 부재에 의한 연소 확대를 방지하기 위한 조치로 건축법상 방화구획을 규정하고 있다.

방화문은 방화구획벽을 출입하는 개구부에 설치하는 것으로서 화재발생 시 연소 확대 방지를 위해 상당기간의 내화능력이 있는 구조이어야 한다. 설치목적상 수시로 열수 있고 항상 닫힌 상태로 유지되어야 하며, 문을 닫은 후 연기나 화염의 이동이 없도록 설치되어야 한다.

안타깝게도 제천 스포츠센터 건물에는 1층이 피난층이라는 이유로 방화구획과 방화문이 설치되지 않았다. 1층 천장에서 발화되어 방화구획과 방화문이 설치되지 않아 상층으로 화재는 연소확대 되었다. 제천 스포츠센터 건물의 1층 주차장과 실내 연결 부분이 내화구조로만 구획됐어도 피해는 적었을 것이다. 그러나 1층 주차장과 실내 연결 부분이 유리벽체로 구획한 탓에 화재 확산을 막지 못했다. 이곳만 제대로 방화구획을 했더라면 불길이 실내로 유입되는 것을 충분히 막을 수 있었다. 허술한 방화구획 규정을 방치하고 있는 건축법이 문제다. 따라서 지방 정부는 건축물의 허가 시 피로티 구조 1층의 출입구를 중심으로 방화구획을 하고, 출입구에 방화문 설치를 의무화해야 할 것이다.

2. 지방자치단체장의 재난관리 리더십

2017년 9월 미국의 플로리다주 허리케인 ‘어마’가 북상하자 릭 스콧 플로리다 주지사는 기자회견에서 “폭풍이 시작되면 우리는 여러분을 구할 수 없다”며 지금 당장 떠나라고 경고했다. 미

국 플로리다 동부 해안가의 인구 밀집 지역에 대피령이 내려지자 미국 역사상 최대 피난 행렬이 이어졌다. 지체하면 플로리다 남부에 강풍과 폭우가 들이닥쳐 대피하기에 너무 늦는다는 것이었다. 먼로 카운티에서는 주민들에게 반드시 떠나라는 대피 명령이 내려진 뒤 모든 병원이 문을 닫았다. 먼로 카운티 책임자인 로먼 개스테지는 “여러분은 기회가 있을 때, 지금 당장 떠나야 한다. 911에 전화해도 받지 않을 것”이라며 무섭게 경고했다(한겨레, 2017. 9. 8).

2017년 8월 초대형 허리케인 ‘하비’가 미국 텍사스주 일대를 휩쓸 가운데, 막대한 피해를 입은 지역 중 한 곳인 대도시 휴스턴 시장 실베스터 터너는 주민들에게 제때 대피령을 내리지 않아 비판을 받았다(중앙일보, 2017. 8. 30). 그러나 그레그 애벗 텍사스 주지사는 지난 25일 기자회견을 열고 “대피령이 떨어지지 않았어도 대피하는 걸 강력히 고려해야 한다”며 “곧 닥칠 홍수가 얼마나 엄청날지 당신도 모르고, 누구도 알지 못한다”고 말했다. 주지사는 대피하라고 하고 시장은 가만히 있으라는 혼란스러운 상황이 됐다(경향신문, 2017.8. 30). 허리케인 ‘하비’에 의해 희생된 사람은 82명이고, 피해액은 1600억 달러(약 180조원)이다.

이처럼 지방정부의 최고관리자의 리더십에 따라 플로리다주의 허리케인으로 인한 피해를 사전에 예방할 수 있었지만, 휴스턴의 허리케인으로 인한 피해는 시장의 재난에 대한 판단을 잘못된 결과 많은 희생자와 재산피해를 키웠다.

우리나라의 재난관리제도는 미국을 모델로 하고 있다. 우리나라의 재난안전대책본부는 미국의 EOC(Emergency Operation Center), 긴급구조통제단은 ICS(Incident Command System)이다. 미국의 EOC는 ICS를 지원하고, ICS는 EOC의 지원을 받아 현장에 긴급구조 활동을 한다. 그러나 우리나라의 재난안전대책본부는 긴급구조통제단에 대한 지원기능이 거의 없다. 당연히 재난안전대책본부의 지원기능이 없다 보니 현장의 긴급구조활동이 제대로 이루어질 수 없다. 따라서 재난안전대책본부의 기능을 긴급구조통제단 지원에 대한 명확한 규정을 마련하여야 할 것이다.

3. 초기대응능력 강화

제천 스포츠센터 화재가 발생한 2017년 12월 21일 오후 3시 53분. 당시 상황실에 최초 화재 신고가 들어온 시각이다. 이 신고를 받고 출동한 소방 선착대는 오후 4시쯤 현장에 도착했다. 지휘차와 펌프차 1대 씩 총 6명이 화마와 마주했다. 1분 후 제천소방서 소속 펌프차 1대와 구급차, 펌프차 1대가 추가로 현장에 왔다. 이때까지 투입된 선착대의 총 소방인력은 총 13명이

었다. 이 중 지휘팀장과 화재조사, 구급대원 2명, 의무소방 2명, 기관원 3명을 제외하면 화재진압 대원은 고작 4명뿐이었다(소방방재신문, 2018. 2. 6). 2인 1조로 활동한 소방관의 화재진압 활동을 고려하면 소방호스 2구로 화재진압을 했을 것이다. CCTV화면과 보도자료의 사진, 현장 상황을 관찰해보면 소방호스 2구로 화세를 제압하기는 매우 곤란했을 것이다.

119구조대원은 화재현장과 3.4km 떨어진 15층 건물의 12층에서 고드름 제거작업을 하고 있었고, 출동명령을 받고 화재현장에 도착했으나 화세와 농연으로 2층에 진입할 수 없는 상황이었다. 아무리 훈련이 잘 된 소방관이라 할지라도 초기대응 인원에 한계가 있다면 불가항력일 수밖에 없다. 안전에도 빈부격차는 존재한다. 특별시, 광역시 소속 소방과 도 소속 소방의 가장 큰 차이는 소속 소방공무원의 인원이다. 특별시, 광역시와는 다르게 도 소속 소방공무원의 인력은 턱없이 부족한 실정이다. 따라서 지방정부의 장은 화재진압에 초기대응을 할 수 있는 최소한의 소방인력을 확보해야 할 것이다.

4. 비상구 찾기 운동

제천 스포츠센터 2층 여성사우나 비상구는 2m가 넘는 거대한 수납장에 가려져 있어 찾을 수 없었다. 찾을 수 없는 비상구는 제천 스포츠센터 화재참사 희생자를 발생시킨 이유였다. 화재참사의 삶과 죽음을 가른 것은 다름 아닌 비상구였다. 국민의 안전의식을 고취시키고, 재난으로 인한 인명피해를 최소화하기 위해 다중이용업소 등을 중심으로 「비상구 찾기 운동」을 전개해야 할 것이다. 비상구 찾기 운동을 범국민적으로 추진하여 안전마인드를 확산하고, 시민단체를 중심으로 이 운동을 추진해야 할 것이다.

비상구 찾기 운동 추진대상은 유흥업소(호프집, 나이트클럽, 콜라텍, 룸싸롱, 단란주점 등), 24시간 영업장(짬짬방, 산후조리원, 고시원, 게임방 등), 공연장(멀티플렉스 및 소극장, 소공연장 등), 기타 다수가 모이는 입시학원 등 지자체장이 필요로 하는 다중이용시설 등이다.

추진내용은 대상업소를 방문하여 비상구 적정여부 확인 및 지도, 비상구 설치위치 및 개구부 크기 여부 지도, 비상구 상시 개폐 및 장애물 적치 여부 지도, 비상구 유도표지 및 표시등 적정 여부 등, 안내문 및 스티커 등에 의한 홍보, 영업장내 눈에 쉽게 보이는 장소에 비상구 안내도 부착홍보, 지하철 등에 「비상구 찾기운동」 홍보안내 자막방송 추진, 지하철역사 및 전동차내 자막방송 협조, 『비상구 찾기 운동』 신고센터 운영, 시민단체 및 관련 부서와의 연계 홍보활동 전개 등이다.

5. 안전문화 구축

국민의 안전의식 강화와 안전생활의 습관화를 위한 교육 및 홍보 등 체계적인 활동 및 시스템의 구축이 필요하지만 이에 대한 제도적 기반이 매우 미흡한 상황이다. 재난은 발생시기와 피해범위에 대한 실마리를 전혀 알 수 없기 때문에 재난을 대응하는데 사용되는 비용을 투자로 인식하지 못하고 손실비용으로 인식하게 되면서, 사회에 안전문화를 정착시키는 정책집행이 매우 어려워지고 있다. 따라서 우리나라의 안전문화를 정착시키기 위해서는 정부의 안전정책을 위한 제도가 안전문화 형성을 유도해야 할 필요가 있다(김근영, 2012).

최근 발생하는 대형재난의 원인은 무엇일까? 대형재난의 원인을 불특정 다수인의 안전의식이 부족한 탓으로 돌리고 있다. 안전은 인간의 존엄성을 바탕으로 위험요소를 줄여 안전사고를 사전에 예방하고 재난이 발생 할 때에 그 피해를 최소화하는 적극적인 방법이다. 대국민소방안전 교육은 공급자 중심에서 수요자 중심으로, 공학중심에서 인문학적 중심으로, 이론중심에서 체험중심으로, 안전불감증 중심에서 제도개혁 중심으로, 화재진압 중심에서 피난 중심으로 전환되어야 한다. 작동 불가능한 이론중심 소방안전교육에서 작동 가능한 체험중심의 소방안전교육, 현장중심 교육으로 전환되어야 한다. 소방안전교육이 이론교육에 치중하다 보면 비상상황에서 정상적인 사고가 불가능하기 때문에 패닉을 유발할 수 있다. 따라서 체험에 의해 몸으로 익혀서 비상상황 발생 시 몸으로 반응하는 교육이 이루어져야 한다(채진, 2015).

6. 재난피해자 심리지원

재난 생존자는 생명을 위협하는 수준의 트라우마를 직·간접적으로 경험한 사람이다. 재난 이후에도 상당기간 동안 가족을 포함한 가까운 사람의 부상이나 죽음, 경제적인 손실, 생존자 자신의 신체 손상 등 여러 문제에 직면하게 된다. 재난 직후와 그 이후까지 생존자와 유가족들은 다양한 심리적·행동적 반응을 보일 수 있는데, 이 과정에서 개인 및 재난의 특성, 사회문화적 요인 등이 반응에 영향을 미칠 수 있다.

재난을 겪은 사람들은 제각각의 심리적·행동적 반응을 경험한다. 예민함, 불안, 초조, 분노, 무력감, 우울감과 같은 심리적 반응이 흔하게 나타나며, 소화불량, 두통, 면역계 질환과 같은 신체증상과 집중력·기억력 저하도 드물지 않다. 악몽과 불면증에 시달리는 경우도 있고, 반대로 밤낮없이 잠이 쏟아진다고 하는 경우도 있다. 외상사건과 관련된 개인적 경험이나 상황에 따라서 죄책감, 두려움, 분노, 혼란 등이 주된 문제가 되기도 한다. 친인척이나 친구처럼 평소 친숙

했던 관계마저 단절하고 직업과 학업적 기능이 떨어지는 경우도 있다. 재난을 겪은 사람들을 대하는 데 있어 먼저 이들에게 나타날 수 있는 반응의 양상과 심각성의 스펙트럼이 매우 넓은 점을 이해할 필요가 있다.

제천 화재 희생자 유족뿐만 아니라 현장에서 고군분투한 소방대원들과 스포츠센터 관계자들도 심리적 어려움을 겪고 있을 것이다. 재난피해자들에 대한 지방정부 차원에서 심리적인 상담 지원을 통해 고통을 완화시켜 외상 후 스트레스장애로의 진행을 예방하고, 사회적 능력을 향상시키기 위한 정책이 집행되어야 할 것이다.

IV. 나오는 말

2017년 12월 21일 충청북도 제천시 스포츠센터에서 화재가 발생했을 때, 대한민국의 소방행정은 의심을 받기 시작했다. 제천소방서 소방관들은 한눈팔지 않고 열심히 재난현장대응을 했을 뿐이다. 단지 초기대응인력이 없었던 것이다. 이 초기대응인력이 의심의 원인이 되었다. 아무리 훈련이 잘된 소방관이라 할지라도 초기대응 인력에 한계가 있다면 불가항력일 수밖에 없다.

이 글은 2017년 12월 21일 충청북도 제천시 스포츠센터에서 발생한 화재사례의 분석을 통해 드러난 문제점을 중심으로 지방정부의 역할과 전망을 정리한 것이다. 효과적인 소방안전을 위해 다음과 같은 내용이 정책으로 수립되고 집행되어야 할 것이다.

첫째, 제천 스포츠센터 화재에 투입된 선착대의 총 소방인력은 총 13명이었다. 이 중 지휘팀장과 화재조사, 구급대원 2명, 의무소방원 2명, 운전원 3명을 제외하면 화재진압 대원은 고작 4명뿐이었다. 그리고 제천소방서 구조대는 화재현장과 3.4km 떨어진 곳에서 15층 건물 12층에서 고드름 제거 작업을 하였으며, 12층에서 작업을 한 탓에 화재현장으로 출동하는 데 많은 시간이 소요되었다. 따라서 화재진압 등 재난에 초기대응을 할 수 있는 최소한의 소방인력을 확보해야 할 것이다.

둘째, 국가는 화재의 책임을 개개인의 안전불감증의 탓으로 돌리지 말고, 화재가 발생하기 이전에 소방조직과 제도를 정비하여 국가의 안전의무를 다해야 한다. 개헌논의가 활발히 이루어지고 있는 때에 국민의 안전권을 헌법에 명시적으로 보장하여 위험으로부터 개개인의 국민을 화재로부터 보호하는 의무를 다해야 할 것이다.

셋째, 재난은 항상 최악의 상황을 가정하고 이에 대비해야 한다. “괜찮다”, “걱정 할 것 없다” 이런 안심의 한마디 보다 최악의 상황에서 재난의 교훈을 찾아야 한다. 각 가정과 사업장에서

는 화재의 발생을 가정하여 대피지도를 작성하고, 대피훈련을 정기적으로 해야 할 것이다.

넷째, 제천시 스포츠센터 건물에는 1층이 피난층이라는 이유로 방화구획과 방화문이 설치되지 않았다. 피로티 구조 1층에서 화재가 발생하면 원활한 산소공급으로 인해 가연물의 연소확대가 순간적으로 급격하게 이뤄진다. 1층 주차장과 실내 연결 부분이 유리벽체로 구획한 탓에 화재 확산을 막지 못했다. 따라서 건축물의 허가청은 피로티 구조 1층의 출입구를 중심으로 방화구획을 의무화하고, 출입구에 방화문 설치를 의무화해야 할 것이다.

다섯째, 최근 발생하는 대형재난의 원인은 무엇일까? 대형재난의 원인을 불특정 다수인의 안전의식이 부족한 탓으로 돌리고 있다. 안전은 인간의 존엄성을 바탕으로 위험요소를 줄여 안전사고를 사전에 예방하고 재난이 발생 할 때에 그 피해를 최소화하는 적극적인 방법이다. 소방 안전 교육은 공급자 중심에서 수요자 중심으로, 공학중심에서 인문학적 중심으로, 이론중심에서 체험중심으로, 화재진압 중심에서 피난 중심으로 전환되어야 한다.

재난관리정책은 재난의 예방, 대비, 대응, 복구활동을 통해 재난의 피해를 최소화 하는데 있다. 충북 제천시 스포츠센터 화재를 계기로 재난피해 최소화를 위해 무엇이 우선되어야 할 것인지 깊이 고민해야 할 때이다.

참고문헌

- 김근영(2012), 선진 안전문화 정착을 위한 제도 개선 연구, 행정안전부.
- 이재열 · 김동우(2004), 이종적 위험사회형 재난의 구조: 대구지하철 화재사고를 중심으로 한 비교사례연구, 한국사회학 제38집 3호.
- 장경섭(1998), 복합위험사회의 안전권, 임현진 외. 『한국인의 삶의 질: 신체적 심리적 안전』, 서울대학교출판부.
- 재난정신건강위원회(2015), 재난과 정신건강, 학지사.
- 채진(2017), 세월호 침몰 재난 이후 한국의 안전문화에 관한 연구, Crisisonomy Vol.13 No.8.
- 채진(2016), 한국의 소방사와 발전방향, Crisisonomy Vol.12 No.7.
- 한국소방기술사회(2015), 방화공학실무 핸드북, 예문사.
- 한상진(1998), 왜 위험사회인가? 한국사회의 자기반성, 『사상』(가을): 3-25.
- 홍성태(2007), 대한민국, 위험사회, 도서출판 당대.
- 경향신문(www.khan.co.kr/).
- 중앙일보(joongang.joins.com/).
- 한겨레신문(www.hani.co.kr/).
- 세이프투데이(<http://www.safetoday.kr/>)

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

4장

안전사회! 자율안전과 사고대응능력 향상을 위한 제언

정무헌 한국소방안전협회 충청북도지부 사무국장

안전사회! 자율안전과 사고대응능력 향상을 위한 제언

정 무 현 한국소방안전협회 충청북도지부 사무국장

DAEJEON
SEJONG
FORUM

I. 서론

2001년 9월 11일 뉴욕의 세계무역센터는 비행기를 이용한 테러로 큰 폭발과 함께 화재가 발생하였으며 결국 두 개의 빌딩이 붕괴되었다. 당시 세계무역센터에는 17,400여명의 재실 자가 있었으며 2,146명의 사망자가 발생하여 재실자중 12.3%만 사망하고 87.7%가 생존하는 높은 생존율을 보였다(Shyam, 2004). 생존자를 대상으로 조사해 본 결과 생존자의 %는 1년 이내 기간에 안전교육을 받았으며 교육수강자의 93%는 피난구의 위치를 파악하고 있었다. 테러 당시 세계무역센터에는 모건스탠리의 본사도 있었으며 약 3,700여명의 근로자가 재직하였으나 근로자의 대부분이 생존하였으며, 테러 다음날인 9월 12일에 본사를 제외한 모든 지점에서 업무를 재개하였다(Herbane, 2004). 대부분의 근로자가 생존한 것은 1993년 세계무역센터의 폭발 테러이후 지속된 안전교육과 훈련덕분이었다. 안전교육과 훈련은 불필요하고 업무를 방해한다는 일부 고위간부들의 의견에도 불구하고 강경하게 지속되어(김민주, 2014), 결국 911 테러에서 안전교육과 훈련의 가치가 증명되었다.

국내의 경우 매년 정부주도로 행해지는 재난대응 안전한국훈련의 문제점으로 훈련 참가자들의 참여도가 낮고 훈련에 참여하는 최고책임자에 대한 역할이 미미하다는 점 등이 고질적으로 지적되고 있다(행정안전부, 2011). 2014년 세월호 참사를 계기로 공공분야 및 민간분야의 안전 훈련의 중요성은 더욱 강조되었음에도 불구하고 기업체의 훈련 참가자들의 참여도는 아직 낮은 편이다(박유연, 2014). 민간의 안전훈련 참여도가 낮고 안전에 대한 관심도가 낮은 것은 사

고 발생 시 대형 참사로 이어질 수 있다.

지난 2017년 12월 21일 발생한 제천 노블휘트니스앤스파 스포츠센터 화재로 29명이 사망하고 37명이 부상당하는 큰 인명피해를 냈다. 그로부터 한 달 여 뒤, 지난 1월 26일에는 밀양 세종병원화재가 발생해서 50명이 사망하고 142명이 부상당하는 더 큰 인명 피해가 발생했다. 연이어 발생한 화재참사로 우리 사회에 안전의 가치를 다시 생각해 보는 계기가 되었다. 또한 필로티 구조, 드라이비트 등 건축자재, 건물 안전관리자, 관계인의 사고대응, 불법주차의 문제, 소방대원 부족, 먹통 된 무전기, 낮은 시민안전의식, 방화문 개방, 불법 증개축 등 여러 문제점이 복합적으로 나타났다. 이러한 문제점들을 한 번에 고칠 수는 없겠으나 큰 틀에서 방향을 정하고 체계적으로 접근한다면 보다 안전한 사회로 나아갈 수 있을 것이다. 본 고에서는 소소한 문제점을 들어 이의 개선방안을 제시하기 보다는 큰 틀에서 안전한 사회로 나아가기 위한 실행 방안을 제시하고자 한다.

II. 본론

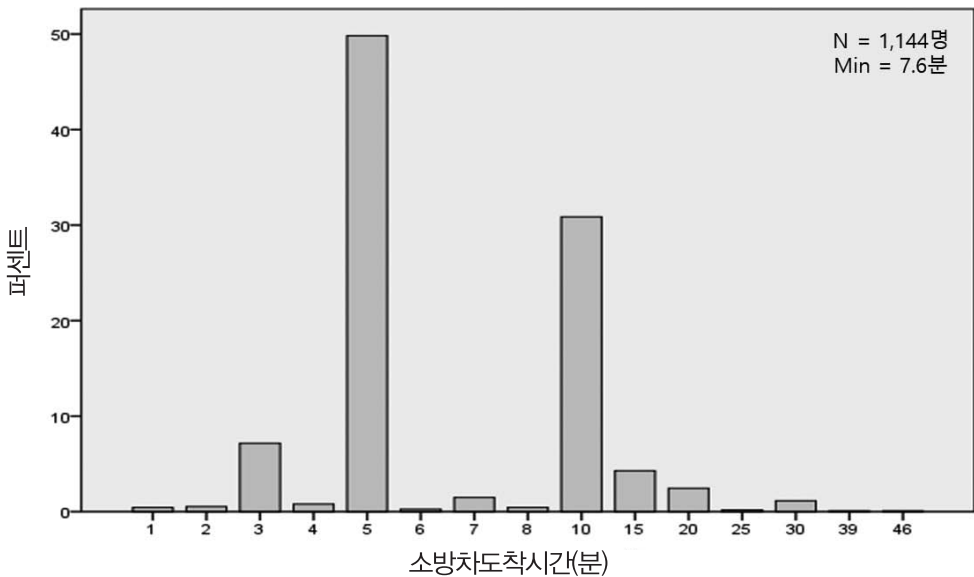
1. 왜 자율안전인가?

벡(U. Beck, 1986)은 현대사회를 위험사회로 진단하고 안전에 대한 대비를 보다 사전예방적인 차원에서 국가가 수행할 것을 강조하고 있다. 그러나 급격하게 변화하는 현대 사회의 안전 환경은 정부의 노력만으로 안전사고를 예방하고 피해를 줄이기에는 한계가 있으며 민간 조직의 자율안전관리가 절실히 필요한 것이 현실이다(이민세, 2016). 박보현(2014)은 시민들이 직접 개입해야 위험사회가 관리될 수 있음을 주장하고 있다. 위험사회에서 통제는 답이 아닐뿐더러 비생산적일 뿐만 아니라 거대한 저항에 직면하게 될 것으로 예측하고 있다(박보현, 2014).

지난 2014년 세월호 참사가 있고 몇 개월 후에 한국갤럽에서 수행한 국민소방안전의식 조사 결과를 보면 자율안전이 왜 필요한지를 이해할 수 있는 문항이 나온다. 국민이 바라는 구급차 및 소방차의 적정 도착시간에 대한 설문조사(한국소방안전협회, 2014) 결과, <그림 1>을 보면 5분내, 10분내, 3분 내에 도착순으로 답변하고 있으며 국민의 59%가 5분내, 92%가 10분내 도착을 원하고 있음을 알 수 있다. 즉, 국민의 대다수가 신속한 출동을 원하고 있는 것이다. 적정 도착시간의 평균은 7.6분이며, 7.6분에는 사고를 목격하고 상황을 인지하는데 소요되는 시간,

119신고하는 시간, 소방서에서 출동하여 도착까지 교통체증이나 불법주정차로 인해 소요되는 시간 등이 모두 빠져 있다. 그러므로 실제 국민이 느끼는 시간은 10분이 넘어갈 가능성이 매우 크다. 국민이 원하는 소방차 도착 시간과 실제상황에서의 도착 시간 간에는 어쩔 수 없는 물리적인 시간차가 발생하는 것이다. 소방대가 도착하기 전까지의 골든타임! 이 시간에 사고현장에 있는 사람들과 관계자의 초기대응이 매우 중요하며 어떻게 대응을 하느냐에 따라 사람들의 생사여부와 재산피해 규모가 달라진다.

자율안전이 근본적으로 필요한 이유는 평상시에는 사고의 예방, 사고가 발생한 후에는 위기 상황에서 구조될 때까지 물리적으로 소요되는 시간 때문이다.

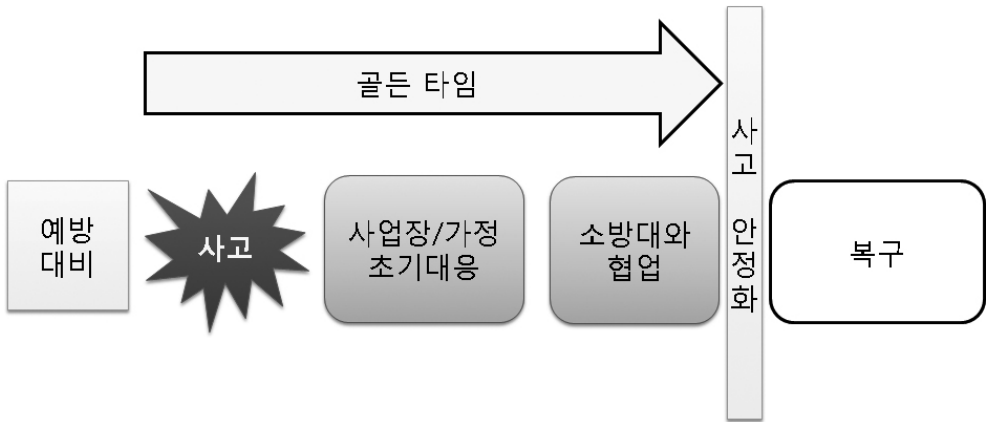


〈그림 1〉 국민이 바라는 구급차 및 소방차의 적정 도착시간

자율안전의 개념을 사고(Accident)에 적용하여 도식화하면 〈그림 2〉로 표시할 수 있다. 평상시에는 사고예방을 위해 애를 쓰며 소방시설과 안전시설 등을 유지관리하여 사고에 대비한다. 그럼에도 불구하고 사고가 발생하면 소방대가 도착할 때까지 사고현장(사업장/가정)에 있는 사람들이 초기 대응을 적절하게 해야 한다. 소방대 도착까지의 골든타임에 현장(사업장/가정)에 맞는 초기 대응을 하는 것이 인적 물적 피해를 줄이는데 매우 중요하기 때문이다.

소방대가 도착한 후에는 관계자가 소방대에 사고현장 상황에 대한 정보를 얼마나 신속하고 정확하게 전달해 주느냐가 매우 중요하다. 사고현장에서 피난하지 못한 요구조자 정보, 건축물 구조, 위험정보에 대한 것은 인명피해와 재산피해 감소를 위해 필요하다. 예를 들어 요구조자의

위치가 어디인지, 건물의 계단과 비상구, 방화문과 방화셔터 등의 위치, 건물 내 위험정보로서 가스탱크, 가스용기, 위험물탱크, 위험물용기가 어디에 얼마의 양이 있고 소방시설은 무엇이 있는지를 알려주는 것이 필요한 것이다. 이상의 논의와 같이 자율안전의 필요성을 현장에 맞춰서 정리하였고 사업장과 가정에서 어떤 대응이 필요한지는 별도로 논의하기로 한다.



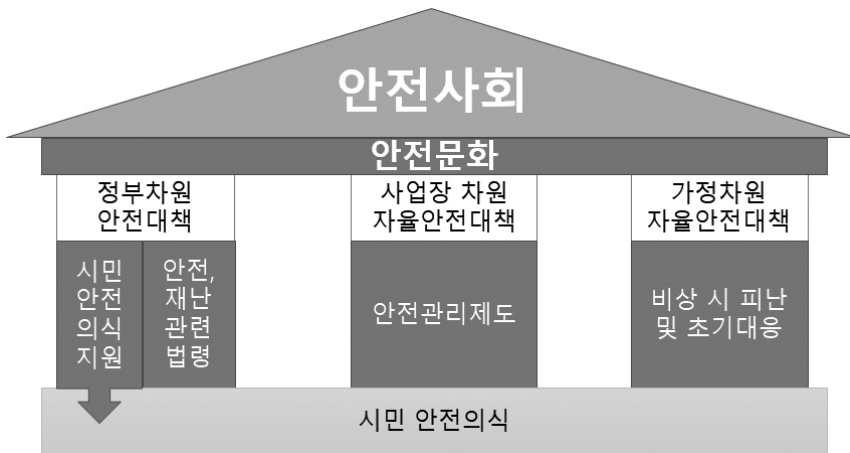
〈그림 2〉 자율안전의 사고(Accident) 적용 도해

2. 안전사회의 구성 체계

안전사회가 이뤄지기 위해서는 사회전반에 안전문화가 정착되어야 한다. 안전문화라는 용어는 1986년 체르노빌 원전폭발사고로부터 기원한다. 원전폭발 사고를 분석한 국제원자력기구(IAEA)에서 사고의 원인을 단순한 위험관리 절차 등의 문제가 아니라 조직 내 위험관리시스템을 작동하는 안전문화의 부재에 있음을 지적하며 안전문화라는 용어를 사용하기 시작했다(문기섭, 장영철, 2014). 국제원자력기구(IAEA)에서는 안전문화의 차원을 조직 내 정책차원, 관리자 차원, 개인 차원으로 나눠서 접근하였는데, 안전문화를 형성하기 위해서는 조직 내 필요한 체계가 있어야 하고 각 계층의 관리자들도 각자의 위치에서 안전에 대한 책임을 져야 하며 모든 수준의 조직구성원들 또한 안전에 대해 적절한 태도를 가져야 함을 주장하였다(IAEA, 1991).

한편 안전문화의 정의와 관련해서 한국은 1995년 삼풍백화점 붕괴사고 이후에 국무총리실 안전관리자문위원회에서 “안전제일의 가치관이 개인의 생활이나 조직의 활동 속에서 의식, 관행이 안전으로 체질화된 상태로서 인간의 존엄과 가치의 구체적 실현을 위한 모든 행동양식이

나 사고방식, 태도 등 총체적 의미를 지칭”한다고 하였다. 안전문화와 관련된 대부분의 선행연구를 보면 기업 중심의 조직단위 개념으로 적용하고 있으나, 본 고에서는 보다 큰 차원인 사회적 측면에서 바라보고자 한다. 그리고 IAEA에서 제시한 3단계 차원에 착안하여 안전사회의 밑바탕으로서 안전문화를 두며 이의 구성요소로서 정부차원, 사업장차원, 가정(개인)차원의 안전대책과 세 차원 사이의 간극을 채워주는 바탕으로서 시민안전의식을 제시한다.



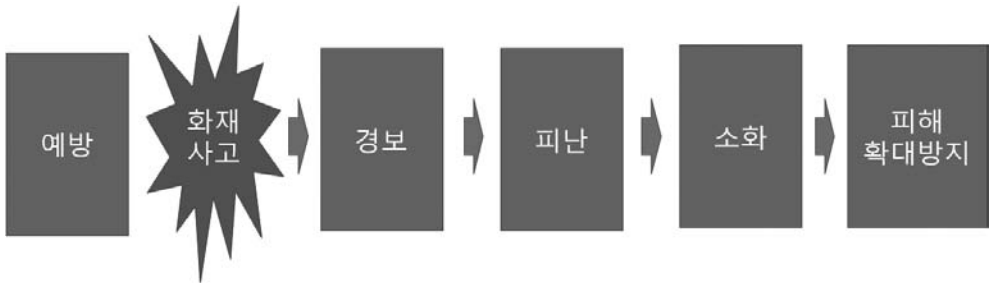
〈그림 2〉 안전사회 구현을 위한 구성체계

3. 가정(개인) 차원 자율안전대책

본 고에서는 사회의 안전문화 구성요소로서 가정(개인)차원, 사업장 차원, 정부차원의 안전대책과 이를 이어주는 시민 안전의식을 제시하였다. 각 차원의 안전대책을 논함에 있어 지면이 한정된 관계로 소방안전분야로 한정하여 논의하고자 한다.

가정 및 개인차원에서 자율소방안전에 대한 대책을 세우기 위해서는 화재예방과 화재 시 인간행동 특성을 이해할 필요가 있다. 화재이전과 이후의 인간행동으로 구분한다면 화재이전에 필요한 예방활동과 화재 발생 후 소방대가 도착할 때 까지 나와 가족들이 어떻게 행동할지에 관한 대책이 있어야 한다. NFPA(2003)에 의하면 화재 시 나타나는 인간행동은 “주위의 사람들에게 화재사실을 알리기, 화재장소 확인, 소방서 신고, 가족을 찾음, 소화활동, 소화기 찾기, 피난하기, 피난을 위한 준비, 귀중품 챙기기, 화재발신기 작동, 가연물 제거 등이다. 이 행동들을 크게 분류하면 “화재경보, 피난, 소화, 피해확대방지”의 4개 분야로 나눌 수 있다(정무현 · 박인

선, 2015). 화재경보, 피난, 소화, 피해확대방지의 4개 분야는 시간에 따른 화재성장과 확산에 대응하는 인간의 방호전략과 일치하며 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」에서 정하는 소방시설의 구분과도 일치한다. 화재경보는 경보설비, 피난은 피난설비, 소화는 소화설비, 피해확대방지는 소화활동설비와 소화용수설비가 해당된다(정무현·박인선, 2015). 여기에 화재이전의 활동인 예방을 더하면 자율소방안전의 5개 핵심 분야가 이뤄지게 되며 이를 화재이전과 이후로 나눠서 순차적으로 나타내면 <그림 3>과 같다. <그림 3>은 가정(개인)차원뿐만 아니라 사업장차원에서도 필요한 자율소방안전대책이다. 아래 <표 1>은 가정차원의 자율소방안전에 대한 세부대책이다.



<그림 3> 화재대비 자율소방안전 계획

<표 1> 자율소방안전 5개 핵심 분야 별 세부대책

| 구분 | 행동대책 |
|--------|---|
| 예방 | 부주의(조리중 부주의 등)로 인한 화재예방 전기적 요인(전기기구, 전열기, 온열기, 전기선 및 코드 관리 등), 기계적 요인(불티, 불꽃, 절단 작업 등) 관리 |
| 경보 | 단독경보형감지기 방마다 설치(아파트 포함) 자동화재탐지설비 유지관리 '불이야' 외치기, 119신고하기 |
| 피난 | 피난계획 세우기(피난 집결지 정하기, 피난경로 2개 이상 확보) 화재대피용 마스크, 화재용 방독면, 휴대용 산소캔 등 비치 연 2회 피난연습하기 |
| 소화 | 소화기 2개 이상 비치하기 옥내소화전 사용법 익히기 |
| 피해확대방지 | 요구조자, 건물구조 및 위험상황정보 소방대 정보전달 심폐소생술 익히기 주변 연소 확대 방지, 연기확대 방지 - 가연물적치 관리, 방화구획(방화문, 방화셔터 등) 관리 - 방연, 배연 및 제연을 통한 연기확대방지 |

상기의 자율소방안전관리 5개 분야를 풀어서 화재상황에 맞춰 설명하면 다음과 같다.

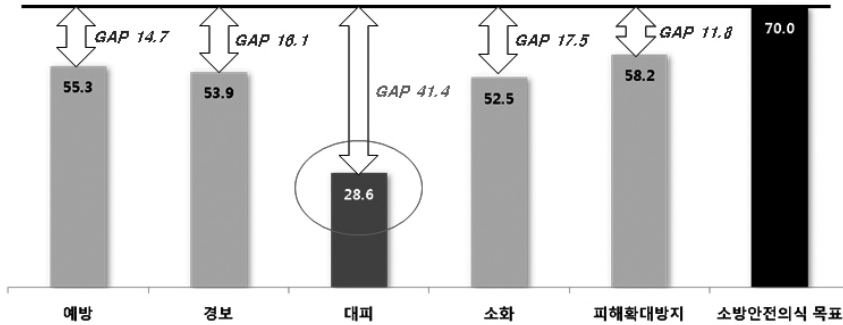
평상시에는 화재예방에 힘을 쓴다. 그러나 예방활동에도 불구하고 화재가 발생한다면 단독경보형감지기, 자동화재탐지설비 등에 의해 화재사실을 빠르게 인지하고, 화재사실 전파 및 119 신고를 한다. 이후 화재사실을 인지한 사람들은 즉시 피난을 개시하며 일부 건장한 사람들은 소화기나 옥내소화전을 활용하여 화재진압을 한다. 만약 소화 작업에 실패할 경우 주변으로의 연소 확대 방지를 통해 피해가 커지지 않도록 한다. 소방대가 도착하면 신속하게 인명구조와 화재진압이 되도록 소방대에 요구조자, 건물구조, 위험정보 등을 알려주며 협조 한다.

이 내용은 화재 시 인간행동에 기반한 기본전략이나 화재상황에 따라 약간 달라질 수 있다. 특히 인원이 소수인 가정의 경우는 피난에 그치며 소화 작업을 못할 수도 있고 피해확대방지기까지 연계되지 않을 수도 있다. 그러나 기본사항을 숙지하고 응용한다면 화재상황에 능동적인 대처가 가능하다.

정무현·박인선(2015)은 소방안전의식을 “화재의 위험 및 피해를 낮추고자 하는 의식”으로 정의하고 이를 구성하는 핵심개념으로 상기의 자율소방안전의 개념인 ‘예방’, ‘경보’, ‘피난’, ‘소화’, ‘피해확대방지’의 5개 분야로 구분하여 국민소방안전의식을 조사하였다. 조사는 전문조사기관인 한국갤럽에서 수행하였으며 <그림 4>는 5개 분야에 대한 조사 결과이다. 검은색 부분은 소방안전 의식 목표치이며 개별 부분과의 차이(Gap)를 나타내고 있다. 가장 낮게 측정된 분야는 피난분야이다. 이는 자율소방안전관리에서 가장 힘써서 강조해야 할 부분이 피난이라는 것을 보여주는 것이다. 실제로 피난과 관련된 설문문항 중 하나를 살펴보면 “귀하의 집에서 화재가 발생할 경우를 대비한 피난계획이 있습니까?”라는 질문에, 응답자의 42.5%가 피난계획이 있다고 응답하였다. 2014년 4월 세월호 참사로 인한 영향으로 인해 사전에 예측한 것보다 높게 피난계획을 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 같은 질문을 2010년에 미국 방화협회(NFPA)에서 조사하였는데 응답자의 71%가 피난계획이 있다고 응답하였고 이중 47%가 실제 피난연습을 한 것으로 나타났다(NFPA, 2010). 2014년 미국 적십자에서는 가족 중에 자력으로 피난하기 어려운 가족이 있는 가정을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 질문은 “자력피난이 어려운 가족을 위한 별도의 피난계획이 있는가?” 이다. 이에 응답자의 71%가 별도의 피난계획을 가지고 있다고 답변하고 있다(American Red Cross, 2014). 미국의 조사결과와 비교하면 우리 국민들이 피난계획 수립과 연습에 많이 부족한 것을 알 수 있다.

제천 스포츠센터 화재에 이어 밀양 세종병원 화재로 온 국민이 안타까움과 더불어 불안감을 느낄 수 있다. 언론에서는 건축구조, 방화구획, 소방시설, 안전관리, 소방관 인원부족 등에 대해 많은

지적사항을 쏟아내고 있다. 그러나 정작 중요한 국민 스스로 가정에서 어떤 안전대책을 가지고 살아야 하는가에 대해서는 논하지 않고 있다. 가정에서부터 화재 시 피난계획을 세우고 피난을 빨리 시작할 수 있는 경보대책, 그리고 소화대책과 피해확대방지대책을 세워나가야 할 것이다.



〈그림 4〉 국민 소방안전의식 개념영역별 수준

4. 사업장 차원 자율안전대책

사업장 차원에서는 일정규모 이상 건축물(자동화재탐지설비 또는 간이스프링클러설비 설치 대상물)이 있는 경우에는 소방법령에 따라 소방안전관리자와 보조자를 선임하는 제도를 시행하고 있다. 소방안전관리자를 선임하지 않아도 되는 소규모 사업장의 경우는 가정차원 또는 사업장 차원의 자율안전대책을 참고삼아 안전업무를 수행하면 될 것이다. 소방안전관리자는 법적으로 해야 할 업무가 7가지가 있으며 이를 나타낸 것이 <표 2>이다. 소방안전관리자 7대 업무를 지면을 통해서 설명하기에는 한계가 있다. 그러나 소방안전관리자의 업무가 화재를 예방하고 화재 시 초기대응을 적절하게 하기 위한 기본업무이기에 <그림 3>의 자율소방안전계획을 사업장의 사고대응에 적용하여 논의하는 것도 좋을 것이다.

〈표 2〉 소방안전관리자의 업무

| 소방안전관리자의 7대 업무 | |
|----------------------------|--|
| 피난계획 및 소방계획서의 작성 및 시행 | |
| 자위소방대 및 초기대응체계의 구성·운영·교육 | |
| 피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지·관리 | |
| 소방훈련 및 교육 | |
| 소방시설이나 그 밖의 소방관련 시설의 유지·관리 | |
| 화기(火氣) 취급의 감독 | |
| 그 밖에 소방안전관리에 필요한 업무 | |

사업장은 가정에 비해서 규모가 크고 근무인원이 다수가 되기에 초기대응을 체계적으로 할 수 있는 여건이 된다. 소방안전관리자는 평상시 사업장의 자위소방대를 구성하여 화재경보, 피난, 소화, 피해확대방지에 필요한 각 분야에 인원편성을 하고 구체적인 임무를 개별적으로 짚어 한다. 각 분야에는 반장을 두며 분야별 반장과 근무자들은 소방안전관리자의 지휘를 받지만 지휘가 없더라도 자신의 임무를 숙지해서 능동적인 대응을 하도록 교육훈련을 해야 한다. 화재발생 시 소방안전관리자는 현장지휘자가 되고 경보분야는 화재경보반으로 구성하여 화재 시 119신고, 화재사실 전파를 해야 한다. 피난분야는 피난유도반을 구성하여 피난약자(장애인, 노약자 등)와 근무자들의 피난을 돕고 피난집결지로 집결한 후 인원파악을 하고 요구조자를 파악하여 소방안전관리자에게 보고한다. 소화반은 소화기, 옥내소화전을 이용하여 화재진압을 시도하며 스프링클러설비 등 자동소화설비의 작동유무를 파악한다. 소화작업에 실패할 경우 피해확대방지에 힘을 써야 하는데 피해확대방지는 사업장 규모와 상황에 따라 세분화가 필요하다. 부상자에 대한 응급처치, 피난을 못한 요구조자에 대한 인명구조, 화재 및 연기확산방지와 위험현장 출입통제 및 위험설비제어를 위한 방호조치, 소방대유도와 위험설비제어가 필요하며 이 밖에도 사업장 자체적으로 필요한 사항을 별도의 반으로 만들어 인원을 배치하면 된다. 지휘통제는 소방안전관리자와 사업장 경영진이 지휘통제를 하게 되며 현장 상황에 따라 경보분야, 피난유도, 초기소화, 방호조치, 소방대유도 등을 조율한다. 소방대가 도착하면 현장 지휘권 이양과 더불어 요구조자, 건물구조, 위험상황에 대한 정보를 전달하고 사고안정화를 위해 협업한다. 이를 <그림 5>에 표시하였으며 이는 <그림 3>의 화재대비 자율소방안전 계획을 확장한 것으로 보면 된다.

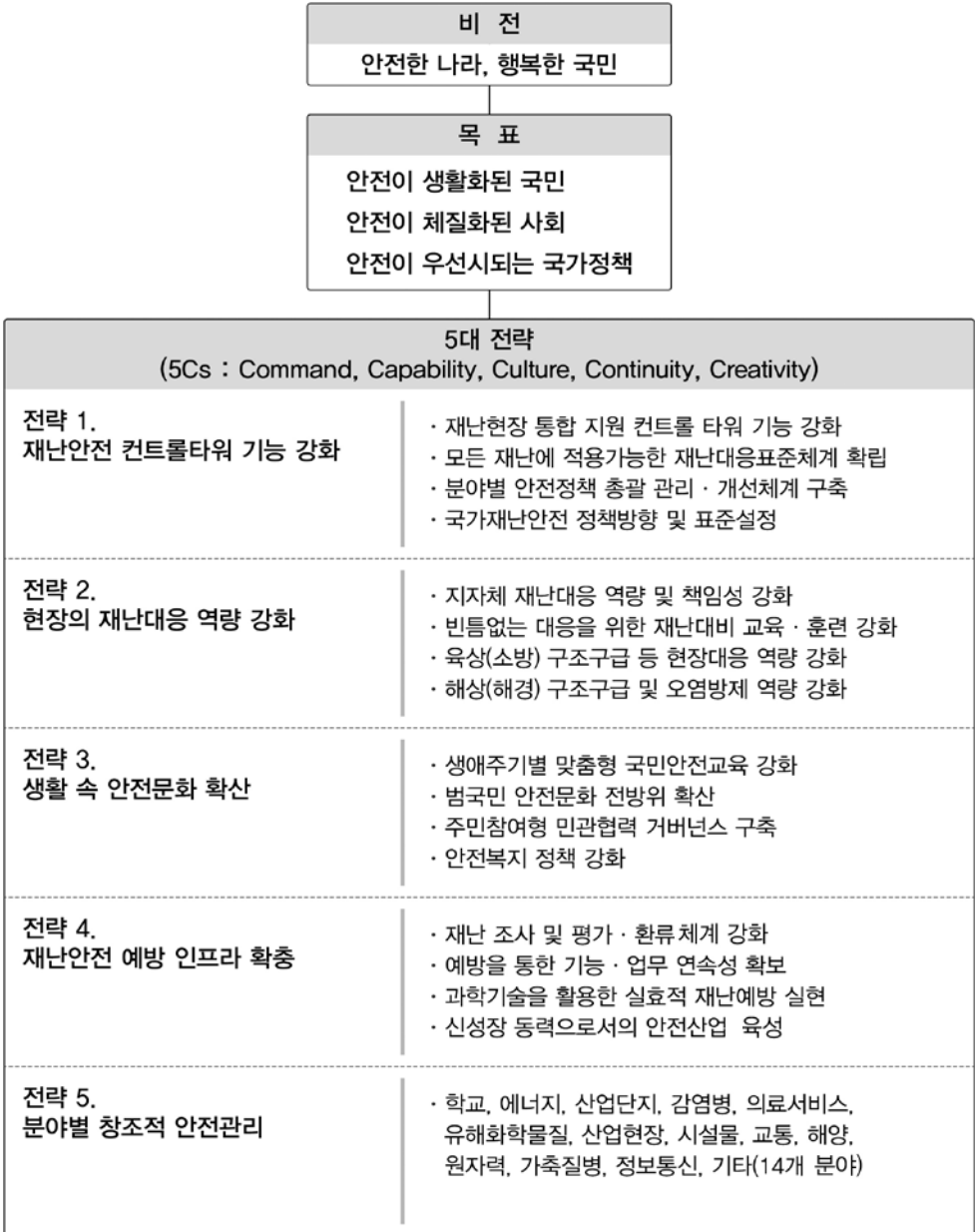
| 화재 | 구분 | 대응절차 및 내용 | |
|---------------|--|------------|--|
| | | 구분 | 내용 |
| ↓ 화재 확대 | 경보 | 화재 경보 | 화재인지 - 화재전파 - 119신고 - 자위소방대 비상연락 - 자위소방대 소집상황 파악 - 소방안전관리자에게 상황보고 |
| | 피난 | 피난 유도 | 화재인지 + 근로자 피난명령 + 피난준비 - 피난유도 (피난보조) - 피난집결지 집결 및 요구조자 파악 - 요구조자 상황보고 |
| | 소화 | 초기 소화 | 초기진압 (소화기) - 초기진압 (옥내소화전) - 자동소화설비 작동 및 상황보고 - 화재진압 실패 - 화재구역 폐쇄(방화구획) 상황보고 |
| | 피해확대 대방지 | 지휘 통제 | 현장 거점 확보 (현장, 방재실) - 화재정보 수집 - 초기대응 상황파악 - 자위소방활동 지휘 및 통제 (화재경보, 피난, 소화, 구조, 방호) - 지휘인계, 정보전달 및 소방대협업(관 소방력) |
| | | 응급처치, 인명구조 | 부상자 응급처치 - 소방구조대 안내 - 요구조자 탐색구조 - 구조자 응급처치 - 구조자 이송 및 상황보고 |
| | | 방호 조치 | 화재 및 연기확산방지 (방화문, 방화셔터 등) - 위험현장 출입통제 - 위험설비 제어 (가스, 위험물, 화학물질 등) - 상황보고 및 소방대와 협업 |
| 소방대유도 | 소방차 진입로 확보 - 소방차 배치공간 확보 - 소방대 유도 후 상황보고 - 소방안전관리자 현장정보, 지휘권 이양 및 협업 | | |

* 각 단계별 활동순서는 비순차적 또는 동시다발적으로 진행될 수 있음.

<그림 5> 자위소방대 대응절차 및 내용 예시

5. 정부차원 안전대책

안전사회를 위한 정부차원의 업무는 매우 다양하다. 실제로 국가안전관리기본계획(‘15~’19)을 보면 다양하고 폭넓은 정책을 추진하는 것을 알 수 있다. 정부는 안전한 나라, 행복한 국민을 비전으로 정하고 3대 목표와 5대전략을 수립하였다(국민안전처, 2015). 아래 <그림 6>은 국가안전관리기본계획의 방향이다.



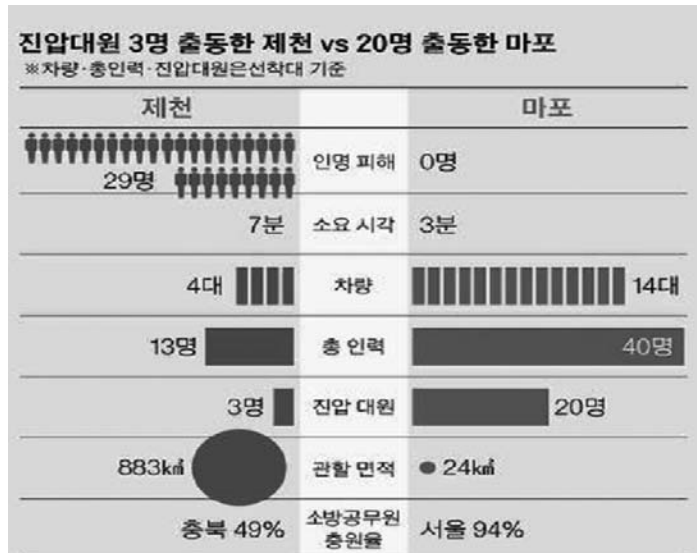
<그림 6> 국가안전관리기본계획의 기본방향

위 기본 전략 중 시민안전의식 향상을 위해서는 생활 속 안전문화 확산(전략 3)의 세부전략으로 범국민 안전문화 확산, 주민참여형 민관협력 거버넌스 구축, 안전복지정책 강화, 생애주기별 맞춤형 국민안전교육 강화 등이 성실히 이행되어야 할 것이다. 또한 정부에서는 각종 안전관련 법률의 제정 및 개정과 법제도의 안정적 수행을 공고히 해나가야 한다. 그리고 개별 법령에 따른 안전점검과 국가안전대진단 등을 통해 드러난 문제점을 개선하고 소방법, 건축법 등 안전관련 법령의 사각지대를 해소해 나가야 할 것이다.

본 고에서는 지난 제천 스포츠센터와 밀양세종병원 화재로 인해 드러난 건축법, 소방법, 안전관리 부실, 관계자의 관리소홀, 소방인력 등 여러 가지 문제 중 정부에서 시급히 개선해야 할 소방인력부족과 현장대응에 대한 평가를 살펴보고자 한다. 이재정 국회의원은 “세월호 참사 이후 안전한 대한민국을 만들겠다고 박근혜정부는 소방방재청을 해체하고 소방본부로 격하시켰으며, 소방관 3교대 완성을 자랑하지만 소방력 기준대비 2만여 명의 소방관들이 부족한 상황을 만들었다. 국가직과 지방직으로 이원화된 상황에서는 소방력 기준을 충족할 수 있는 소방인력 확충이 사실상 불가능하다”고 하였다(천인성, 2016). 또한 문재인정부 들어 부족한 소방공무원을 단계적으로 증원하려 하였으나 공무원 증원 반대에 부딪혔다(김태규, 2017). 이런 소방관 인원부족에 대한 고질적인 문제는 제천 스포츠센터 화재와 밀양세종병원화재에서 다시 한 번 노정되었다. <그림 7>은 제천 스포츠센터 화재 시 출동한 소방인력과 인명피해, 담당인력을 마포구 합정동 화재와 비교한 것이다(홍지유, 2018). 충청북도는 소방인원이 필요인력대비 49% 정도밖에 되지 않는 상황이다. 부족한 소방관의 증원이 절실히 필요함을 <그림 7>을 통해 알 수 있다.

제천화재의 경우 많은 사망자가 발생한 것에 대해 현장대응의 적절성을 결과론적으로 접근하여 소방공무원의 사기를 더 많이 저하시키고 있다(박효진, 2017). 윤리적 관점에서 볼 때 화재현장의 소방관의 지휘나 화재전술에 대해 결과론적 접근으로만 바라보기보다는 동기와 의무론적 접근을 하는 것도 필요할 것이다(Treviño · Nelson, 2011). 동기론적 접근은 행위자의 성실성, 성격, 의도에 초점을 맞춘 것으로 소방관이 어떤 동기를 가지고 진입작전을 했는가? 의무론적 접근은 무엇이 옳은가에 대한 광범위하고 추상적인 보편적 윤리원칙(정의, 책임, 열정, 권한, 안전성 등)에 기반 한 접근이다. 화재가 급격히 확대되어 상층연소가 급속히 진행되고 가스탱크의 폭발위험과 엄청난 양의 연기와 열기가 뿜어져 나오는 화재상황, 추락의 위험이 있는 요구조자가 아슬아슬하게 매달려 있는 인명구조상황이 동시다발적으로 펼쳐지는 상황! 인력은 부족하고 무전통신은 잘 되지 않는 시점에서 어떤 동기와 의도를 가지고 지휘와 화재작전을 했는지, 또 그 지휘와 작전활동이 옳은 가치관에 의한 판단이었는지 등에 대해 각각도로 판단해야

할 것이다. 결과론적 접근만 하면 소방뿐만 아니라 군, 경찰 누구라도 작전결과에서 자유롭지 못할 것이다. 또한 시급히 부족한 소방관을 충원하고 사기를 진작할 방안을 찾아야 할 것이다. 이는 국민안전과 직결되는 사항이기 때문이다.



〈그림 7〉 제천과 마포의 화재출동인원 비교(중앙일보, 2018.01.04. 발췌)

6. 시민안전의식 제고

Dalton(2008)은 시민의식을 ‘시민의 역할에 대한 태도’이라 하였으며 Ross(2007)는 ‘참여와 자원봉사 및 모든 시민을 위해서 삶을 개선하고자 하는 노력을 통해 공동체 개선을 지향하는 것’이라 하였다. 즉 시민의식은 사회구성원으로서 갖춰야 될 자질을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 시민안전의식은 안전에 관한 시민의식을 의미한다. Dalton(2008)과 Ross(2007)의 시민의식을 안전에 적용하면 ‘안전에 대한 시민의 역할에 대한 태도’, ‘안전에 대한 참여와 자원봉사 및 모든 시민의 안전을 위해서 삶을 개선하고자 하는 노력을 통해 공동체 개선을 지향하는 것’으로 볼 수 있다. 이를 요약하면 시민안전의식은 사회구성원으로서 갖춰야 될 안전에 대한 자질을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 또한 시민안전의식의 발현이 가정과 사업장차원에서의 자율안전대책의 수립과 연관되어 있음을 알 수 있다.

시민안전의식이 필요한 이유는 지난해 말 제천화재 참사에서 보듯이 불법주정차로 인해 소방대의 활동에 장애가 발생한 사례를 보면 절실히 느낄 수 있다(신은별 · 홍인택 · 강유빈,

2017; 뉴시스, 2018). 또한 제천화재와 밀양화재에서 시민들이 자발적으로 인명구조를 도와준 것은 우리사회에 시민안전의식이 얼마나 소중한가를 잘 보여준다(오경욱, 2018). 나와 내 가족, 그리고 내 사업장의 안전을 위해서라도 시민안전의식은 널리 확산되어야 할 것이다.

Ⅲ. 결론

현대 사회는 위험사회이다. 이는 1986년 올리히 벡이 경고한 것으로서 20년이 지난 지금은 위험이 더 증가한 사회에 살고 있다고 봐도 무방할 것이다. 「블랙 스완」을 저술한 나심 탈레브는 0.1%의 가능성이 모든 것을 바꾼다고 경고하고 있다. 이들의 경고는 현대 사회는 위험한 사회이기에 0.1%의 사고 가능성이라도 그 피해가 클 것으로 예상되는 위험에 대해서는 대비하며 살아가야 함을 알려준다. 본 고에서는 제천 스포츠센터 화재와 밀양 세종병원 화재를 계기로 우리사회에 만연한 안전관련 문제점들을 해결해 나가는 방향으로서 가정(개인), 사업장차원에서의 자율소방안전대책과, 정부차원의 대책과 그리고 이의 간극을 메워주는 시민안전의식을 제시하였다.

찰스 다윈은 “살아남는 종은 가장 강한 종도, 가장 똑똑한 종도 아니다. 변화에 가장 잘 적응하는 종이 살아남는다”라고 하였다. 위험사회! 곳곳에 도사리는 위험에 대비해서 내가 변화하여 자율안전대책을 수립·실행하면 가정이 변화하고 사업장도 변화할 것이며 안전문화가 확산될 것이다. 그리고 위험사회가 안전사회로 변화하는 계기가 될 것이다. 아울러 가장 중요한 안전사고(Accident)에서의 생존가능성도 높아질 것이다.

참고문헌

- 국민안전처(2015), 국가안전관리기본계획(2015~2019), 국민안전처 중앙안전관리위원회, 2015. pp 17.
- 김태규(2017), “1만 명 이상 vs 7천여 명... 여야, 타협 없는 ‘공무원 증원’ 줄다리기”, 한겨레신문, 2017.12.03.

- 뉴시스, 2018.01.20. “제천화재참사 한 달 ‘달라지지 않은 시민 안전의식’”
- 박보현(2014), “안전사회 구현을 위한 이론적 성찰” 한국정부학회 학술발표논문집, 2014.03, pp 93-104.
- 박효진(2017), “분식집 갔다가 아무것도 못 사서 나온 제천 소방관 사연”, 국민일보 2017.12.27.
- 신은별 · 홍인택 · 강유빈(2017), [제천 화재 참사]사고 키운 불법주차... 지자체, 경찰, 소방 책임 떠넘기기만, 2017.12.24. 한국일보.
- 오경욱(2018), “밀양 병원 화재 현장에서도 빛난 시민의식...시민 20여명, 구조활동 도와” 조선일보, 2018.01.26.
- 이민세(2016), “안전관리자의 개인 윤리성이 비윤리적 행동에 미치는 영향” 충북대학교 경영학과 2016. 박사학위 논문.
- 정무현 · 박인선(2015), “소방안전의식 지표개발 및 국민소방안전의식 조사”, 화재소방학회, Vol. 29, No. 4, pp. 89-94, 2015
- 천인성(2016), “소방인력, 정부 기준에 2만 명 부족”, 중앙일보, 2016.09.18.
- 한국소방안전협회(2014), “소방안전의식 지표개발 및 국민소방안전의식 조사”, 한국소방안전협회 정책연구소, 2014년 연구보고서.
- 홍지유(2018), “화재출동도 빈익빈 부익부... 제천과 합정 무슨 차이 있길래“, 중앙일보, 2018.01.04.
- American Red Cross(2014), “American Red Cross: Fire Safety Poll” July 17-20, 2014. ORC International CARAVAN
- Dalton(2008). “The Good Citizen: How a Younger Generation is Reshaping”, American Politics. Washington, DC: CQ Press.
- IAEA(1991), “Safety Series No.75-INSAG-4. International atomic energy agency, Vienna”, http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub882_web.pdf
- NFPA(2003), National Fire Protection Association, <Fire Protection Handbook Nineteenth Edition>, pp. 4-12 (2003).
- NFPA(2010), News Release October 8, 2010
- Ross(2007), “Multiple identities and education for active citizenship.” British Journal of Educational Studies, 55(3), 286-299.
- Shyam(2004), Shyam Sunder, <Chicago Committee on High-Rise Buildings>, NIST Investigation Report, 2004
- Treviño-Nelson(2011), <Managing Business Ethics : Straight Talk About How To Do It Right>, Fifth Edition.

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

소방안전 서비스 디자인 전략

- 전통시장을 중심으로 -

이 현 성 (주)에스이공간환경디자인그룹(SEDG)대표

소방안전 서비스 디자인 전략

- 전통시장을 중심으로 -

이 현 성 (주)에스이공간환경디자인그룹(SEDG)대표

DAEJEON
SEJONG
FORUM

2018 밀양 세종병원 화재 50명 사망 135명 부상

2017 제천 스포츠 복합 시설 화재 29명 사망 40명 부상

2016 서문시장 화재 약 469여억원 재산피해

2005 서문시장 화재 약 600여억원 재산피해

I. 안일함으로 인한 재해 반복, 변화되지 않은 안전대책시스템

2018년도 들어 많은 소방관련 뉴스들이 연일 우리에게 전달되며 계속되는 재해로 인해 국민 불안감은 고조되고 있고 지속적인 사회재난 증가로 피해 체감도는 점차 심화되고 있다. 비단 요즘의 사건만이 아니더라도 여수수산시장, 대구서문시장, 서울지하철, 동탄메타폴리스 화재 등 화재 사건은 시간과 장소를 가리지 않고 지속적으로 발생하고 있는 상황이다. 이에 대다수 국민들의 소방 안전에 대한 불안함이 고조되고 있으며, 재발 방지를 위한 대책마련에 국가와 국민의 관심이 지속적으로 부상하고 있는 상황이다. 특히 화재사건으로 인한 인명사고의 피해는 전통시장, 지하철역, 목욕탕, 병원 등 다중이용시설을 중심으로 크게 나타나고 있는데 이는 다중이용시설의 소방 관리체계가 많이 부족하고 이용자 중심의 안전 정보와 시설이 미흡한 상태이기 때문이며, 특히 관리자와 사용자들의 안전 불감증도 큰 역할을 하고 있는 것으로 보

이다. 고령시대에 접어들면서 안전취약자의 불안감이 가중되고 있고 이를 위한 소방 안전체계를 갖추는 것 또한 매우 중요하다. 본 기고에서는 다중 이용시설에서의 소방안전을 위한 문제 해결방안을 서비스 디자인의 방법론을 근거로 접근해 보고자 한다. 소방안전의 해결을 기존방식의 소화기 등 시설중심뿐 아니라 행정, 정책 및 프로그램 등 다양하고 통합적 관점에서 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 서비스디자인 관점에서 바라보는 소방안전

국민안전처가 수립한 ‘국가안전기본계획(2015~2019)’비전 ‘안전한 나라, 행복한 국민’과 5대 실천전략을 기본방향으로 재난 전 단계 대응활동에 필요한 ‘문제해결 방법으로서 디자인 중심의 통합안전디자인서비스 혁신기술’의 필요성이 제시됨에 따라 소방안전과 관련해서도 서비스디자인 기반의 연구가 필요하게 되었다. 이에 마트, 전통시장, 영화관, 학교, 아파트 및 대형 건물등 다중 이용시설 화재의 발 빠른 초기대응으로 대규모 인명피해 및 재산피해를 사전에 예방하는 소방안전과 관련하여 예측되는 화재관련 문제들을 도출하고 그에 대한 해결책과 대안을 서비스 디자인적 관점에서 간단하게 바라보고자 한다.

소방안전을 위한 몇 가지 중요한 포인트가 있다. 소방안전은 관리자 또는 사용자의 사전예방과 신속한 대응이 매우 중요한데 화재 발생 시 소방안전 관리자 및 관계인의 효과적인 화재 대응은 초기 진화로 인명 및 재산피해를 줄일 수 있다. 두 번째로는 매뉴얼의 중요성인데 재난발생시 골든타임을 지키기 위해 기관과 시민의 신속한 대응이 필요하지만 관련 규정 및 정보제공의 취약점이 드러나고 경보알림, 소방시설 등이 제대로 작동하지 않는 등 관련 매뉴얼이 부재하여 재난상황 파악 및 대피 안내가 늦어져서 사고가 커지는 경우가 많다. 세 번째로는 시스템과 디자인의 필요성인데 실효성이 있는 안전점검과 화재 위험요소를 근본적으로 해결할 수 있는 안전대책에 관해 안전 디자인 접근으로 화재 유발요인을 사전에 최소화 하고 대피·대응시 안전한 정보체계를 제공하고 대응 시설 및 매개체들을 용이하게 할 수 있도록 한다. 이를 위해 전면적인 안전 가이드를 제시하여 소방안전을 확보하는 것이 중요한데 이는 서비스 디자인 방법 등을 통해 구현할 수 있다.

상기에서 제시하는 서비스 디자인이란 프로세스 중심의 디자인 방법론을 칭하는 것으로서 그 개념은 다양하게 해석될 수 있고 각 디자인 결과의 목적에 따라 특화되어 발전되며 적용되

고 있다. 기존의 문헌에서 제시된 개념을 간단히 살펴보면 1987년 'Scientific American' 에서는 '서비스라는 것은 가시적이지 않으며 생산과 동시에 사라지는 특징을 지녔고 사용자에게 편리함과 즐거움을 주는 부가가치적 성격을 지닌 모든 활동 유형을 포함한다'라고 정의 내리고 있다. 인터렉션디자인 코펜하겐 연구소에서는 '서비스디자인이란 새로운 현상의 경험을 기반으로 무유형의 매체를 조합하여 창의적 아이디어를 도출하는 것'이라 정의내리고 있다. 또한 사단법인 한국서비스디자인협회에서는 '서비스디자인이란 맥락을 중시하는 집중적 디자인리서치, 다양한 이해관계자의 욕구를 반영할 수 있도록 하는 공동개발, 특화된 가시화 방법으로 빠른 반복 실행을 통해 혁신적인 아이디어를 구체화함으로써 고객이 경험하는 제품, 서비스의 가치를 극대화하는 방법 및 분야로 정의내리는 등 다양한 학계 및 실무계에서 해석을 내리고 있다.

본 기고를 통해서는 소방안전을 위한 전략으로서 서비스 디자인을 통한 가능성에 대해 언급하고 추후 소방안전을 위한 다양한 전략 중 하나로서 서비스 디자인도 적용되어 다중 이용시설에 대한 안전 확보가 이뤄지길 바란다.

Ⅲ. 소방안전 전략수립을 위한 프레임워크

소방 안전 서비스 디자인의 연구방법론에 해당하는 프레임워크는 다양한 서비스 디자인 방법 및 유관 참고자료에 대한 분석과 활용, 대표적 다중 이용시설의 공간환경요소에 대한 표본 조사, 제품영역부터 안전영역까지 전문 이해관계자들의 워크샵 그리고 다학제적 관점의 프로토타입 연구와 개선 등을 통한 소방 안전 서비스디자인 패키지 모델 구성을 목표로 하고 있으며 전체적인 구성 요소는 4단계 11개 모듈로 구성되어 있다.

1단계 대상지 표본 분석을 통한 현황 및 서비스디자인 전략 방향 수립

1. 기초조사/대상지 선정
2. 소방안전문헌조사
3. 대상지 공간분석
4. 이해관계자 인터뷰

2단계 서비스 디자인 방법론을 통한 아젠다 발굴

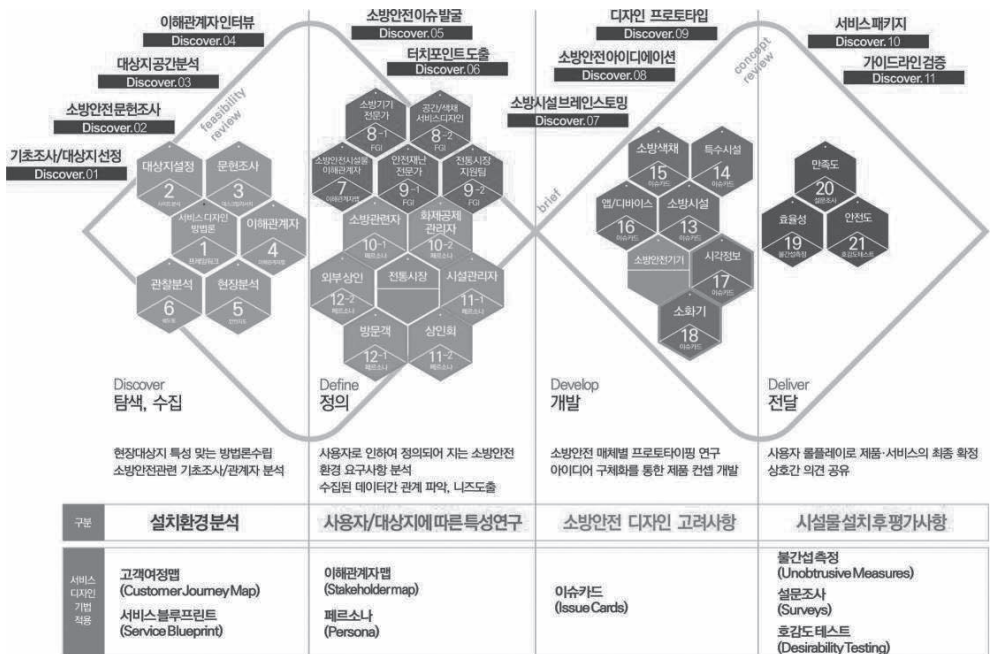
- 5. 소방안전 이슈 발굴
- 6. 터치포인트 도출

3단계 서비스 디자인 확장 및 아이디어이션

- 7. 소방시설 브레인 스토밍
- 8. 소방 안전 아이디어이션
- 9. 디자인프로토 타입

4단계 서비스 디자인 비즈니스 모델 구축 및 평가 체계

- 10. 서비스 패키지
- 11. 가이드라인 검증



〈그림 1〉 소방안전 서비스디자인 프레임워크

소방안전 서비스 디자인 관리와 방법 체계는 인간행동 분석기반의 소방안전 공간환경 및 소방안전 요소 체계(Hardware Platform)와 공공디자인, 안전디자인, 도시디자인, 소방방재, 정책, 행정 등 다학제적인 전문가 그룹간의 융합적 체계(Humanware Platform) 그리고 하드웨어 연계 소방안전 프로그램과 어플리케이션 등 소방안전 콘텐츠 체계(Software Platform)의 통합적 서비스 디자인 모델 구축을 목적으로 체계화하고 구축하였다. 이러한 비전을 구성하기 위해 적합한 서비스 디자인 방법론을 활용하여 정량적 가치를 발굴하고 전문 이해관계자의 정성적 평가 또는 의견을 정량화하여 개발 근거로 활용하기 위한 다양한 방법론을 구현한다.

소방안전 서비스디자인 연구에서는 리서치, 분석, 다중집적시설 유형연구 및 기본전략 수립에 해당하는 서비스 분석방향 수립단계, 상세한 전략목표 설정과 주요 핵심이슈 발굴에 해당하는 서비스 전략 및 아젠다 수립 단계, 컨셉 도출에 따른 서비스 디자인 아이디어 개발 확장 및 솔루션, 터치포인트 연구단계 그리고 마지막으로 서비스 포트폴리오 관리, 비즈니스 모델, 프로토타이핑, 실행 및 평가에 해당하는 서비스 디자인 비즈니스 모델 구축 및 평가 단계로 나누어 프레임워크 및 방법론을 정의하고 단계별 적용 방법 등을 제시하였다.

분석 방향 수립의 1단계는 더블 다이아몬드 이론의 Discover 단계에 포함되는 단계로 탐색, 수집의 주 목적을 지니면서 다중 이용시설 대상지 특성 맞는 방법론수립, 소방안전관련 기초조사 및 관계자 분석일 진행하고 설치된 공간환경 분석을 연구하며 서비스 디자인 방법의 고객여정맵(Customer Journey Map), 서비스 블루프린트(Service Blueprint)등을 이용해 진행한다. 이를 통해 대상 공간의 환경적 특성, 이해 관계자별 니즈 및 이용 행태를 분석하여 궁극적으로는 다음 단계인 유형 정의 단계에서 서비스의 다양한 유형을 도출하고 정의할 수 있도록 한다.

Define 단계에서는 서비스의 정확한 정의를 위해 사용자와 대상지에 따른 특성연구를 중심으로 진행한다. Field Research를 통해 실제 다중 이용시설을 체험하고 이해관계자의 숨겨진 요구사항 및 요소 도출을 통해 비전을 수립하고 Insight를 도출하여 이에 따른 아젠다와 핵심 터치포인트 개발의 기반을 마련한다. 주 연구 내용은 사용자로 인하여 정의되어지는 소방안전환경 요구사항 분석, 수집된 데이터간 관계 파악, 니즈도출을 통한 이슈 발굴이며 이를 위해 이해관계자 맵(Stakeholder map) 페르소나(Persona) 서비스 블루프린트(Service Blueprint)등을 활용한다.

Develop 단계에서는 구체적 개발을 위한 단계로 소방안전 매체별 프로토타이핑 연구와 아이디어 구체화를 통한 컨셉 개발 등을 목적으로 하며 소방안전 서비스와 매체 디자인의 가이드라인과 고려사항 등을 도출하게 된다. 이슈카드(Issue Cards) 서비스 블루프린트(Service Blueprint)와 같은 서비스 디자인 방법을 활용해 연구를 진행한다.

마지막 Deliver 단계에서는 연구 내용에 따른 평가 검증 및 시설물 설치 후 평가사항등을 목적으로 하고 있는데 시제품의 개발과 사용자 롤플레이 등으로 제품 및 서비스의 최종 확정 과정을 거치고 상호간 의견 공유를 통한 피드백 과정을 갖는다. 서비스 디자인 방법으로는 자신이 측정되고 있다는 사실을 참여자들이 인식하지 않은 상태에서의 측정하여 평가값을 얻는 불간섭 측정(Unobtrusive Measures)과 호감도 테스트(Desirability Testing) 설문조사(Surveys)등과 서비스 디자인 컨설팅 수행평가 툴 키트(Toolkit) 등의 지표를 활용한다.

IV. 대표적 다중집적시설 전통시장의 현황

다중집적시설의 표본으로 전통시장을 선정하였다. '다중집적시설'이란 불특정한 다수인이 이용하는 시설을 뜻하는데 도시를 중심으로 발전해 가면서 우리의 사회 기능이 복잡하게 구성되며 기술의 발달로 입체적이고 중첩적인 공간 활용이 가능해짐에 따라 다수인들이 공동으로 사용하는 다중집적시설이 지속적으로 증가하고 있다. 또한 도시 내 이용가능한 부지의 제한 등으로 인해 제약된 공간을 집적화하여 사용하는 대규모 다중복합이용시설의 형태를 갖추는 사례가 증가하고 있다. 전통시장, 지하철역, 터미널, 공항, 대형마트 등이 대표적인 예인데 이러한 다중집적시설은 지하층에 위치하거나 작은 공간으로 분할되어 있는 경우 실내 구조가 피난안전에 불리하며 신속한 피난이 곤란한 경우가 많다. 또한 건물구조에 익숙하지 않은 불특정 다수인이 이용하기 때문에 건물의 내부구조와 피난출구의 위치, 시스템 등에 익숙하지 않기 때문에 화재가 발생했을 경우 대규모 인명피해로 연결되는 경우가 많다.

〈표 1〉 최근 5년간 전통시장과 대형 판매시설 화재현황 비교

(단위 : 건, 백만원)

| 시설명 | 화재발생건수 | 총피해액 | 건당피해액 |
|------|--------|-------|-------|
| 시장 | 386 | 9,156 | 23.7 |
| 상점가 | 634 | 6,149 | 9.7 |
| 쇼핑센터 | 104 | 1,180 | 11.3 |
| 백화점 | 37 | 165 | 4.5 |

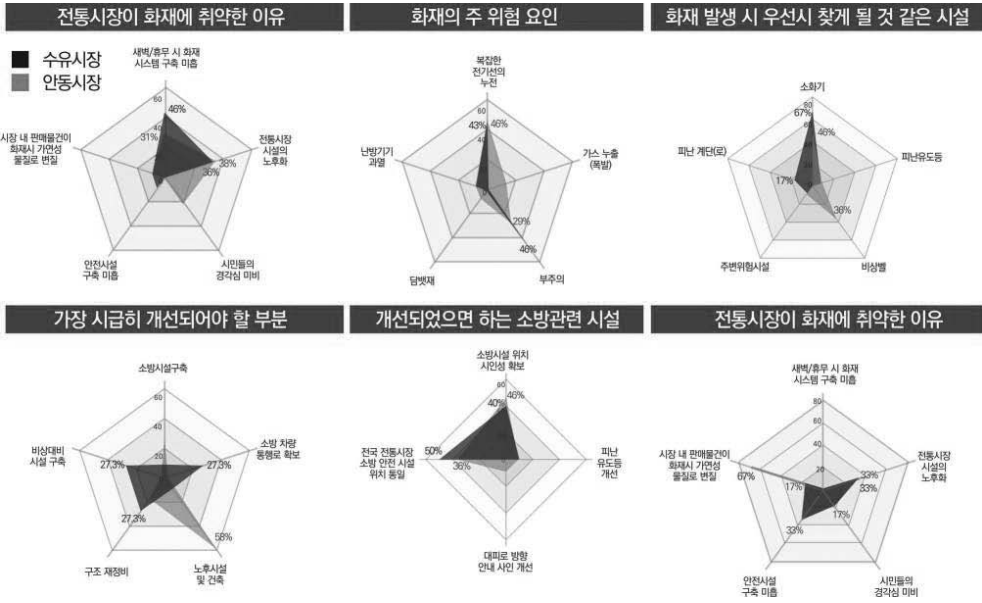
국민안전처 화재통계연감에 따르면 전통시장이 총 피해액에서 가장 높게 나타났는데 현대식의 대형 판매시설의 화재발생 현황과 비교하면 화재발생 건당 재산피해가 훨씬 크다는 것을 알

두 시장의 현장 조사에서 공통적으로 노출되고 있는 문제를 간단히 살펴보면 4가지 정도를 들 수 있는데 노후시설 및 공공소방시설의 관리 미흡, 전통시장의 정보전달체계와 구조적 한계, 전통시장의 시설의 한계 및 소화활동의 곤란, 위험한 가연물 다량 보관 등에 관한 문제이다.



〈그림 3〉 전통시장 소방안전 요소 현황

이해관계자들의 의식조사를 통해 얻은 결과를 간단히 살펴보면, 〈그림 4〉와 같은데 먼저 전통시장이 화재에 취약한 이유로는 새벽 또는 휴무 시 화재 시스템 구축 미흡이 안동시장 31%, 수유시장 46%로 평균 38.5%로 가장 많이 차지하였으며, 두 번째로 시장 시설의 노후화가 평균 37%로 두 번째 이유로 많이 지적하였다. 화재의 주 위험 요인으로는 복잡한 전기선의 누전이 평균 응답률 44.5%로 화재의 주 위험 요인으로 가장 높게 인식되었으며, 부주의는 평균 응답률 37.5%로 화재 주 위험요인 두 번째로 많다고 인식되고 있음을 알 수 있었다. 화재 발생 시 우선적으로 찾게 될 것 같은 시설에 대해서는 소화기가 각각 수유시장 67%, 안동시장 46%로 가장 많은 응답률을 보였고, 두 번째로는 안동시장은 비상벨이 36%, 수유시장은 피난로를 17%로 응답하여 정보체계에 대한 필요성을 알 수 있었다. 소방안전을 위해 우선적으로 개선되어야 할 부분에 대해서 노후시설 및 건축이 평균 41.5%로 가장 많이 응답하였으며, 그 뒤로는 비상대비 시설과 소방구축 시설이 각각 평균 22.75%와 21% 비슷한 응답률을 보였다. 소방관련 시설에 대해 개선점으로 소방시설 위치의 시인성을 확보하는 항목이 평균 49.5%로 가장 많이 차지하였으며, 그 뒤로 전국 전통시장 소방 안전시설 설치 기준 통합 등이 평균 25%로 두 번째로 많이 차지하였다.



〈그림 4〉 이해관계자 의식 조사_ 레이더차트 분석

V. 전문가 워크숍을 통한 소방 안전 아이디어이션

두 번째 단계의 프레임워크를 진행하기 위해 안전디자인, 소방, 도시, 행정, 정책, 서비스디자인 등 각 영역의 전문가로 구성된 워크숍을 진행하였다. 워크숍에서는 시나리오플래닝(Scenario planning)이라는 서비스 디자인 방법을 위주로 진행하여 터치 포인트(Touch Point)를 발굴하였다. 시나리오 플래닝은 과제의 전략수립에 있어서 미래를 탐구하고 인지하는데 활용되는 분석 기법으로 특정상황을 묘사하고, 미래가 어떻게 펼쳐지는지, 우리가 직면하게 될 이슈에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 다룬다. 미래 우리가 연구하게 될 모델의 중심적인 이슈들을 상호 심도 있게 이해할 수 있고 지식의 교환과 발전을 촉진시키는 그룹 프로세스의 일종이다.

워크숍 프로그램 1은 기존 서비스디자인 툴킷의 시나리오 플래닝을 응용하여 진행하였고 지정된 특정상황과 10개의 특정 페르소나 중 팀별로 하나의 페르소나를 선택하여 제시된 상황과 페르소나를 연결지어 시나리오를 1차와 2차로 나누어 페르소나별 태도와 행동에 대해 작성하게 하였다. 워크숍 프로그램 2는 앞에서 진행된 프로그램 1과 연결되는 과정으로 조별로 작성된 시나리오를 토대로 그 상황에 필요하다고 생각되는 터치포인트를 가져가 보드에 부착시켜

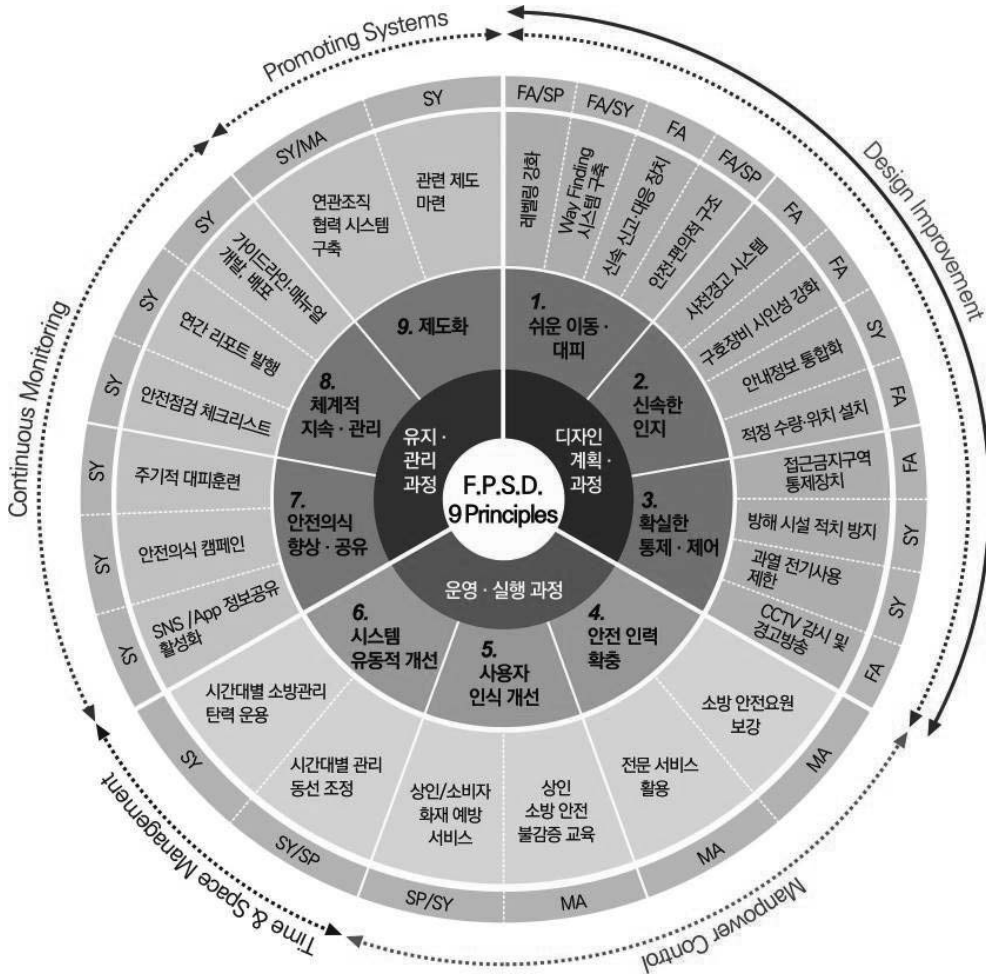
매칭시키고, 시나리오에 대한 간략한 설명과 해당 터치포인트의 인사이트 또는 터치포인트를 응용한 문제 해결방안에 대해서 발표를 통하여 서로 아이디어 도출 및 기회를 발견할 수 있도록 하였다.



〈그림 5〉 소방안전 전문가 워크숍 및 툴킷

전문가들과의 소방화재와 관련한 특정 시나리오를 기반으로 나온 주요 아이디어이션과 터치포인트를 기반으로 나온 소방 안전 서비스 디자인 (F.P.S.D.) 통합 9원칙 주요 전략을 간단히 소개하면 다음과 같다.

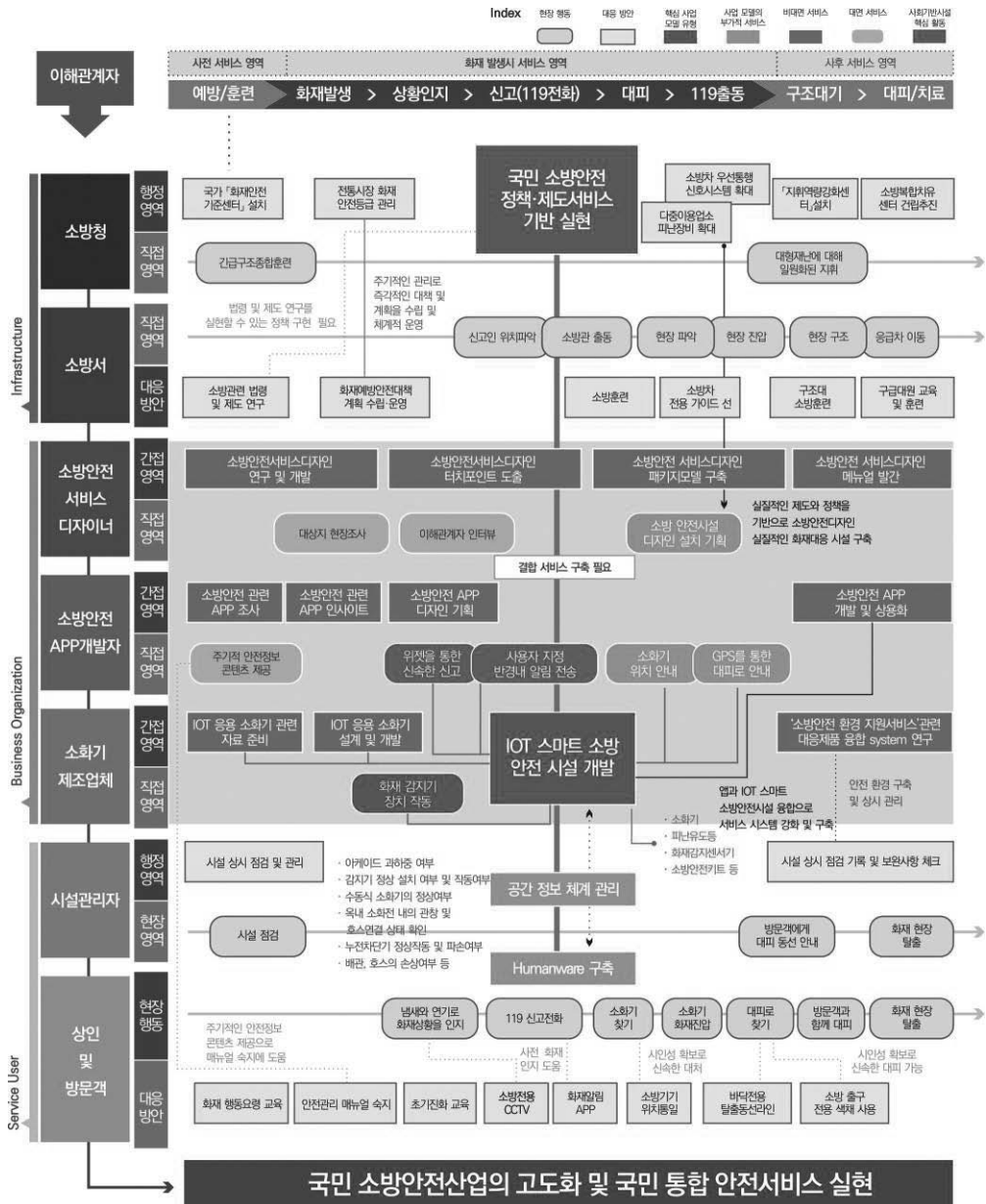
1. **쉬운이동 · 대피** : 레벨링 강화 / Way Finding 시스템 구축 / 신속 신고 · 대응 장치 / 안전 · 편의적구조
2. **신속한 인지** : 사전경고 시스템 / 구호장비 시인성 강화 / 안내정보 통합화 / 적정 수량 · 위치 설치
3. **확실한 통제 · 제어** : 접근금지구역 통제장치 / 방해 시설 적치 방지 / 전기사용 양적팽창 제한 / CCTV 감시 및 경고방송
4. **안전 인력 확충** : 소방 안전요원 보강 / 전문 서비스 활용
5. **사용자 인식 개선** : 소방 안전 불감증 교육 / 사용자 화재 예방 서비스(공간, 시간운용)
6. **시스템 유동적 개선** : 시간대별 소방관리 탄력 운용 / 시간대별 관리 동선 조정
7. **안전의식 향상 · 공유** : 주기적 대피훈련 / 안전의식 캠페인 / SNS 정보공유 활성화
8. **체계적 관리** : 가이드라인 · 매뉴얼 개발, 배포 / 연간 리포트 발행 / 안전점검 체크리스트
9. **제도화** : 관련 제도 마련 / 연관조직 협력 시스템 구축



〈그림 6〉 소방 안전 서비스 디자인 (F.P.S.D.) 통합 9원칙

〈그림 7〉은 ‘고객여정지도’(Customer Journey Map) 와 ‘서비스 블루프린트’(Service Blueprint) 방법을 적용하여 소방안전 디자인을 연구한 것인데 특히 시간의 흐름과 감정선에 따라 사용자가 서비스를 이용하는 과정을 지도처럼 작성함으로써 경험을 생생하게 시각화하고 이용자 관점에서 기존 서비스 환경의 문제점 및 성장 가능성을 파악한다. 고객 인식에 효과적 대응이 가능한 ‘고객여정지도’ 방법은 본 소방안전 디자인을 진행하는데 효과적인 수단으로 적용되었다. 또한 서비스 조직의 복잡한 업무를 전체적으로 볼 수 있어서 관리자로 하여금 전체 과정을 정확히 판단할 수 있게 하며, 새로운 서비스 개발이나 평가에 대해 유익한 정보를 제공하는 ‘서비스 블루프린트’ 방법을 적용하여 안전산업 고도화를 위한 통합디자인의 개념을 수립하였고 궁극적인 청사진으로서 ‘국민 소방 안전 정책·제도서비스 기반 실현’, ‘IoT 스마트 소방안전 시

설 개발, '공간 안전 정보 체계 관리' 등 국민 소방안전산업의 고도화 및 국민 통합 안전서비스 실현의 비전을 수립하여 추후 연구의 이젠다를 제시하였다.



<그림 7> 소방 안전 서비스 디자인 Stake-holders Journey map& Blue Print

* 본 기고문은 현재 연구 중인 산업통상자원부의 디자인혁신역량강화사업 중 'IoT 개념을 도입한 소방 안전 분야 서비스디자인' 연구 과제를 기준으로 작성되었습니다.



<그림 8> 소방 안전 서비스 디자인 이해관계자와 현장 스케치

참고문헌

- 김성연(2016), “재래시장의 화재위험성 분석을 통한 소방안전 개선에 관한 연구”, 가천대학교 산업환경대학원
 - 마르크 스틱도른. 2012. <서비스디자인 교과서>, 이봉원 역. 안그라픽스
 - 박인숙외(2017), “다중이용시설물에서의 효율적인 피난유도에 관한 현황 분석”, <한국건설관리학회 학술발표대회 논문집>
 - 서비스디자인플랫폼, <http://www.servicedesignplatform.com>
 - 한국디자인진흥원(2017), <IoT 개념을 도입한 소방/안전 분야 서비스디자인 융합 스마트 소방 안전 디바이스 및 App 개발>, 산업기술평가관리원
-

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

지하공간의 화재대응을 위한
민관협력 과제
- 대전 중앙로 지하상가를 사례로 -

이 형 복 대전세종연구원 도시안전연구센터장, 공학박사

지하공간의 화재대응을 위한 민관협력 과제

- 대전 중앙로 지하상가를 사례로 -

이 형 복 대전세종연구원 도시안전연구센터장, 공학박사

DAEJEON
SEJONG
FORUM

I. 들어가는 글

시민의 삶의 터전이 되는 도시공간에서 가장 우선적으로 고려되어야 할 것이 바로 그 구성원들이 안전하게 자신의 삶을 영위할 수 있는 환경조성이다. 이처럼 도시에 있어서 안전확보는 시민들의 삶의 질과 도시경쟁력을 확보하는데 가장 기본적인 요건의 하나라고 할 수 있다. 전 세계적으로 많은 도시에서 시민의 안전을 위협하는 재해와 사고가 매년 다발적으로 발생하고 있다.

최근에는 우리나라에도 계속되는 대형화재로 인해 많은 국민들이 화재에 대한 관심과 긴장이 높아지고 있다. 도시민의 삶을 위협하는 재해와 사고는 근본적으로 과다한 도시 인구의 집중화와 과밀화, 사회의 고도화 등에 기인한다. 사회가 고도화 될수록 화재발생의 원인은 '다양'해지고 예측하지 못한 상태에서 '돌발적'으로 발생하는 경향을 보이고 있다. 즉, 사회의 구조가 고도화 될수록 화재발생 위험과 원인이 다양하고 복잡하게 얽혀있어 언제 어떤 식으로 발생할지 모르는 돌발적 위험이 증가하고 있다.

현대 도시들이 산적한 도시문제(산업과 인구의 집중, 집적에 의한 파행적 도시화, 농촌과 도시간의 불균등한 발전 등)의 해결방안으로 지하공간의 활용을 제시하고 있다. 즉 지상에서 사용할 수 있는 토지확보의 곤란, 그로 인한 땅값의 상승, 도시의 무분별한 확장, 교통 및 환경문제로 인한 사람 및 물자 흐름의 어려움, 혹독한 기후조건 등과 같은 문제들을 더 이상 지상공간의

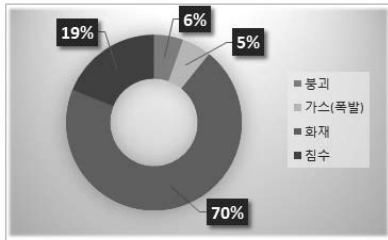
개발만 가지고는 해결하기가 어렵게 되자 지상과 지하공간의 입체적인 활용을 제시하고 있는 것이다. 나아가 지상 환경의 손상을 최소화하는 범위 내에서 공간개발을 합리적으로 하기 위한 지하공간의 개발은 향온, 향습, 내진성, 격리성 등 지하의 특성에 대한 적극적인 활용, 지상의 환경 및 경관보존, 역사적인 보존의 가치가 있는 시설 및 장소의 보존, 국민의 안보 및 군사 등의 차원에서도 적극적으로 제시되고 있다.

그러나 토지이용의 차원과 지상개발의 억제차원에서 개발되는 지하공간에서의 사고가 대형사고로 진행되는 경우를 국내·외 여러 사례에서 종종 찾아 볼 수 있다. 우리에게 기억되고 있는 대구 상인동 지하철 가스폭발 사고(1995.04), 대구지하철 1호선 중앙로역 화재사고(2003.02) 등이 지하공간에서 발생한 우리의 대형화재이다.

최근 사회적으로도 지하공간의 화재위험성이 널리 인식되어지고 있으며, 화재안전대책이 점점 요구되고 있다. 대형 지하상가 중 하나인 대전 중앙로지하상가의 경우도 20여 년 전 건설된 노후한 상가로서 입주되어 있는 대표적 업종이 의류 관련업인 것을 감안한다면 화재 시 초기진압이 이루어지지 않을 경우 대형사고로 번질 수 있는 가능성을 가지고 있다.

또한 대형화되고 복합화 되어가는 중앙로 주변 건축물들은 지하도상가, 지하역사, 다중 문화 시설, 백화점, 지하주차장 등이 공간적으로 연계되고 있다. 이에 따른 피난 및 안전관리를 위한 통합시스템 운영 및 설계기준이 필요함에도 종합적인 마스터플랜과 종합적 대응체계를 담은 규정이 아닌 개별적 사업으로 시행되고 있어 화재안전 관리차원에서도 큰 문제점을 내포하고 있다. 이처럼 대형화 되고 있는 지하공간에서의 사고를 미연에 방지하기 위해서는 하인리히 법칙을 애써 외면할 것이 아니라 민관협력 기반의 대전 중앙로 지하상가의 화재예방 방안을 조속히 모색해야 할 시점이라 생각하고 있다. 본 글에서는 지하공간에 대한 화재위험에 대한 인식 제고와 대전 중앙로 지하상가의 예를 들어 화재대응을 위한 민관협력 방안에 대해 고찰해보고자 한다.

대형피해가 예측되는 지하화재



국내 지하공간 사고 유형 (2003년 ~ 2009년)

- 부산 북구 구포열차 전복
- 대구 중구 남산동 지하철도 공사장
- 대구 달서구 상인동 지하철 공사장
- 서울 종각역 지하상가 일산화탄소 누출
- 중막터널 연속수출 화재
- 서울 명동지하상가 음식점 가스 화재
- 대덕터널 벽면 연쇄 충격 후 화재 전소
- 마성터널 타이어 과열 화재
- 서울 여의도 공동구 화재사고
- 영동터널 엔진과열 화재 등



사회 안전을 위협하는 재난의 대형화 가능성

사회 안전을 위협하는 재난의 대형화

시민들의 안전대책 요구증대

최근 안전사고에 대한 트라우마 안전에 대한 질적요구 증대

지하상가 화재예방 필요성

지하공간의 심층화·복잡화 시설낙후

지하공간에 대한 활용도 증가 주변 상가의 연계로 복잡화 준공년도가 오래된 도시시설

지자체의 안전사고예방 관심증가

시민들의 삶의 질 향상을 위한 지향점 도시안전성을 통한 도시경쟁력 확보 사후대책 위주 → 사전예방 위주 안전을 도시의 성장지표로 설정

지하상가 안전 대비의 필요성 증대 ▶ 시설개선 및 시민참여 · 체험형 안전대책 마련 필요

II. 지하공간에 대한 이해

1. 지하공간의 개념

지하공간이란 지표를 경계로 지상공간과 대칭을 이루는 것이며, 이용을 전제로 지하를 공간으로 파악하는 지표면 아래의 지중을 의미한다. 이와 같이 지하공간은 자연적으로 생성된 것도 있지만 일반적으로 입체적 토지이용을 위해 인위적으로 개발하는 것을 의미하고 있다. 법제에서 논의하는 지하공간은 '건축물의 바닥이 지표면 아래에 있는 층으로서 건축물의 용도에 따라 그 바닥으로부터 지표면까지의 높이'를 말한다.

국토해양부는 지하공간의 정의에 전략적인 개념을 도입하여 지하공간은 첫째, 도심에서 도시문제의 경감 요구에 대한 대응, 둘째, 환경보전, 경관보존, 역사적인 장소의 보존 등 개발억제 지역에서의 토지이용 효율화 지향, 셋째, 부도심 등에서의 도시 구조의 다변화 필요성에 대한 대응, 넷째, 지하공간의 환경특성 활용요구에 대한 대응 등을 위해 지표면 하부에 조성된 공간자원으로 폭넓게 다루고 있다. 이렇듯 지하공간은 각종 산업 및 문화시설, 위락시설 등의 지하시설이 갖는 경제성이 부각된 것 이외에도 에너지 절약 및 토지이용 효율의 극대화, 시가환경 및 자연보호의 측면에서 관심을 가져야할 생존공간으로 부각되고 있는 것이 현실이다.

〈표 1〉 지하공간의 개발목적

| 목 적 | | 대표적인 시설 |
|---------|---------------|---|
| 도시문제 해결 | 도시기능의 정비 | 초고압송전소, 공동구, 열공급시설, 지하철도 |
| | 토지의 고도 이용 | 지하변전소, 하수처리시설, 지하정수장, 지하도로, 지하주차장 |
| | 편리성, 쾌적성의 확보 | 지하보도, 지하상가, 레저시설 |
| 지상개발 억제 | 지하특성의 적극적인 활용 | 지하스튜디오, 지하공장, 식료저장고, 연구·실험시설, 문화시설, 정보·통신시설 |
| | 환경 및 경관 보존 | 지하발전시설, 석유류비축시설, 방재·치수관련시설, 도시공공환경시설 |
| | 역사적인 장소 보존 | 문화재보호시설 |
| | 안보 및 군사 | 공공대피시설 |

출처 : 국토교통부, 지하공간 활용 및 관리개선 연구, 2008

지하공간의 용도는 상업용도(판매시설, 업무시설 등), 교육·연구용도(대학도서관, 강의시설, 체육·후생시설, 연구소), 문화·레저용도(음악당, 미술관, 도서관, 문화회관, 경기장 등), 복합용도(상업용도와 문화레저용도의 복합시설), 주거용도(주택), 기간시설용도(교통, 에너지시설, 환경시설, 저장시설), 기타용도(공공건물, 산업시설 등)로 구분할 수 있다. 그 중 우리나라에서 개발되어 사용하고 있는 지하공간으로는 각각 용도별로 건축물의 지하층, 지하도상가, 지하보도, 지하주차장 및 지하역사 등을 들 수 있다. 지하보행로와 지하도상가가 결합된 지하공공 보도시설은 포화상태의 지상개발에서 경관과 교통문제를 해결해 주는 효과적인 대안이면서, 지하공간의 대규모 개발과 맞물려 지하공간의 네트워크를 위해 중요한 역할을 하고 있다.

편리성과 쾌적성의 확보차원에서 조성되는 지하상가는 서울 29개소, 인천 및 경기 22개소, 지방대도시 17개소, 기타 도시 9개소 등 전국에 77개소 이상이 있다. 또한, 지하철의 건설이 지방의 대도시로 확장되고 있는 현실에서 그 개발이 더욱 늘어날 전망이다. 특히 서울 코엑스몰의 경우 다수의 고층건축물 지하층이 서로 연계되어 대규모 지하복합시설을 형성하고 있으며, 도심 대규모 고층백화점의 지하층은 지하보도 및 지하철과 연계되어 개발된 지하상가와 보행동선이 직접 연결, 대규모 지하공간을 형성하고 있다.

지하상가는 상가가 밀집해있는 지하공공 보도시설의 특성상, 음식점의 주방 덕트에서 기인하는 화재가 많고, 덕트를 통한 연소 및 연기확산은 속도가 빠르고 방향성을 알아내기 어렵기 때문에 위험성이 높다. 또한 시설규모가 크고 소방활동에 있어서는 화재위치의 확인, 인명탐색, 피난유도 및 소화활동의 측면에서 불리하며 다른 시설과 접속되어 있는 경우가 많아 화재확산의 위험성이 높다고 볼 수 있는 것이 지하상가의 문제점이라고 할 수 있다.

지하공간 활용에 있어 대표적인 지하주차장은 차량 보급의 급증과 더불어 도심지 주차공간의 절대 부족현상을 해소하기 위해 개발되기 시작했다. 전국에 2,000㎡ 이상의 지하주차장은 모두 2,400여 곳이며, 대형 상가나 백화점의 경우 하루 평균 5~6천대 차량 유동이 발생한다. 지하주차장에서 화재가 발생할 시에는 차량 간의 거리, 공간조건 등에 의해 주변 차량을 전소시킬 위험이 있으며, 엔진룸 등의 자동차 내부재가 타는 경우는 소화 약제를 유효하게 분사하기 어렵기 때문에 초기진화가 어렵다. 대규모 지하주차장의 경우 슬로프를 통해 외기가 있는 경우 공기량이 충분하기 때문에 연소가 장시간 지속될 우려가 있다. 특히 차량에서 발생하는 다량의 연기 때문에 초기진화, 대피 및 소방 활동이 곤란하며 대규모 공간의 경우 소방 활동에 있어서 화재위치의 확인, 인명탐색, 피난유도 및 진화활동의 측면에서 불리하다고 전문가들은 진단하고 있다.

또 다른 대표적인 지하공간 활용은 지하철을 들 수 있다. 현재 전국에는 서울·경기, 부산, 대

구, 인천, 대전의 5개 특·광역시에서 지하철이 운행되고 있다. 총 8개 기관에서 지하철을 운영하고 있으며, 역사 수는 지상 76개소와 지하 460개소로 총 536개소가 있다. 지하철의 개발은 도시의 교통문제를 해결하려는 기본적인 기능 뿐 아니라, 지하공간의 적극적인 활용에 대한 기폭제가 된다는 측면에서도 그 의미가 크다. 그러나 불특정 다수가 이용하는 대중교통으로써 복잡한 지하철 공간의 특수성은 연기제어 및 피난에 대한 많은 제약을 가지고 있으며, 화재가 발생하면 대형 화재참사에 이르는 사례가 많다.

2. 지하공간 화재위험 특성

국내에서 발생한 대구 상인동 지하철 가스폭발사고(1995.04), 대구 지하철 1호선 중앙로역 화재사고(2003.02) 등을 살펴보면, 지하공간에서의 사건 사고 피해가 대형화되어가고 있는 추세이다. 지하공간의 특성상 소방대의 진입에 시간이 소요될 수 있고, 빠른 상황파악이 곤란하기 때문에 적절한 소화활동을 행하는 것이 지상보다 어렵다. 이러한 지하공간의 화재위험성에 따라 지하공간의 심층화, 복합화, 대규모화에 따른 화재안전성평가 대책 중에서 피난대책이 매우 중요하며, 더불어 연소확대 방지대책, 초기소화대책, 관리대책, 출화방지대책, 소방활동 대책 등이 필요하다.

지하공간의 화재안전상의 문제점은 ① 피난상의 문제점, ② 소방활동상의 문제점, ③ 대규모화 복합화에 따른 위험, ④ 연소특성으로 크게 구분할 수 있다. 우선 피난상의 문제점은 패쇄적 공간에 대한 심리적 불안감에 따른 방향감각 상실 및 패닉상태, 연기와 피난경로의 동일성, 상향 피난에 따른 체력적 문제 등을 들 수 있다. 소방활동상의 문제점으로는 상황파악의 곤란성, 소방활동을 위한 인력 및 중장비 진입의 어려움, 커뮤니케이션 및 현장 상황파악의 어려움, 누수, 수몰 등의 문제, 소방대원의 체력저하 문제 등을 들 수 있다. 대규모화 복합화에 따른 위험으로는 연결된 타 시설로의 연소확대 및 연기확산, 입체적 복잡성 증가로 인한 지하공간의 미로화, 종합적 방화 안전대책의 취약 등이 제기되고 있다. 끝으로 지하공간의 연소특성은 급기 제한으로 인한 불완전연소 증가(연기 및 유해가스 증가), 대기 중으로의 연기 및 열의 방사가 적고 축적되기 쉬움, 단시간 내에 연기가 확산될 위험성이 높다는 점 등이다.

이러한 지하공간 화재안전상 문제점에 대한 대책방안으로 ① 명확한 내부공간의 구성, ② 안전한 수직 피난경로의 확보, ③ 공간의 구획화 및 안전 대피장소의 확보, ④ 명확한 유도표지와 피난경로지도 마련 등을 크게 들 수 있다. 구체적으로 문제점에 따른 단계별 대책방안은 다음의 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 지하공간 화재안전상 문제점 및 대책방안

| 구분 | 문제점 | 대책 |
|----------|--|---|
| 설계시 | <ul style="list-style-type: none"> 대심도 지하공간에 대한 피난안전성을 추가로 검증할 필요가 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 화재 및 피난시물레이션을 통한 피난안전성 검증 |
| 화재 초기 감지 | <ul style="list-style-type: none"> 대심도 지하공간은 수직적 피난거리가 길어짐 상가 및 건축물과 연계시 비화재보로 인한 혼란방지 | <ul style="list-style-type: none"> 신뢰성이 높은 감지기 등을 설치 |
| 화재 초기소화 | <ul style="list-style-type: none"> 초기소화 실패시 대규모 인명피해가 발생할 가능성이 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 지하공간 내 투척용소화기 지하공간 내 시설에는 스프링클러설비, 물분무, 미분무 설비등 신뢰성이 높은 자동화 수계소화설비를 설치 |
| 연기제어 | <ul style="list-style-type: none"> 연기로 인한 인명피해가 대부분이므로 화재구역에 대한 구간별 제연설비가 요구됨 | <ul style="list-style-type: none"> 감지기와 연동하여 구역별 댐퍼 개방 화재시 공조설비에 비상전원을 공급하여 연기배출 |
| 통신 수단 | <ul style="list-style-type: none"> 양방향 통신수단을 갖춰 소방대는 신속한 화재상황파악 및 통보가 필요함 | <ul style="list-style-type: none"> 비상전화를 피난계단 및 피난안전구역에 설치(양방향) |
| 피난유도 | <ul style="list-style-type: none"> 대심도 지하공간은 피난수직거리가 길어지고 많은 유동인구가 사용할 수 있으므로 명확한 피난유도가 요구됨 | <ul style="list-style-type: none"> 피난안내도 발광형 바닥 피난유도선 설치 발광형 물질을 이용한 인접건물로 연결된 계단과 EXIT 계단 구분 |
| 소방대 진입 | <ul style="list-style-type: none"> 지하공간은 연기배출이 소방대 진입경로와 겹치기 때문에 진입에 어려움이 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 비상용 엘리베이터 소방대 전용계단 |
| 피난약자 고려 | <ul style="list-style-type: none"> 특히 피난약자는 피난에 어려움이 있으므로 일반인과 다른 피난방법 이용이 필요함 | <ul style="list-style-type: none"> 피난용 엘리베이터, 피난안전구역(피난약자 전용) |

Ⅲ. 중앙로 지하상가 현황

1. 중앙로 지하상가 기본현황

1980년대에 이미 (주)계룡건설과 충청남도에서 지역경기 부양사업으로 대전역부터 목척교까지 역전 지하상가를 개발했고, 이후 1990년대에 대전의 효율적인 토지이용, 교통난해소, 보행자 공간 확보 등을 위해 민간사업자 (주)대우건설 · (주)영진유통이 사업비 770억 원을 들여 지금의 중앙

로 지하상가를 준공했다. 1990년 12월 목척교에서 중부경찰서간 1차 구간이 준공되고, 1991년 9월 중부경찰서에서 구 충남도청간 2차 구간을, 1994년 7월 중앙로4가에서부터 은행동4가까지 3차 구간이 확장되었다. 준공당시에는 민간사업자가 20년간 무상사용한 후 대전시에 기부채납 할 예정이었으나, 민간사업자 측 부도로 대전시에서 총괄관리를 담당하고 세부적인 관리·운영 권한은 중앙로지하상가운영위원회에 위탁했다. 관리·운영 권한은 대전광역시와 (사)중앙로지하상가운영위원회의 연장협약에 따라 2019년 7월까지 관리·운영 위탁기간이 연장된 상태이다.

현재 중앙로 지하상가는 601개의 구좌(점포 구획 수)에서 약 400개 상가가 상업활동을 하고 있으며, 대전도시철도 1호선 지하철과 연결되어 있고, 36개의 출입구가 중앙로 인근을 도보로 연결해주는 대전 원도심의 대표적 쇼핑거리가 되었다. 상인 자치적으로 관리해온 만큼 시설보수가 신속한 편이며, 상인들 스스로 규율을 정해 지켜오면서 쾌적한 환경을 유지해 오고 있다.

중앙로 지하상가는 지하 1층으로만 구성된 상업공간이자 보행공간으로, 대체로 패션관련 소매 기능이 집중되어 있다. 지하상가 준공당시 601개의 구좌로 구획을 나누었으나 실제로는 2~3개 구좌를 통합하여 하나의 사업장으로 구성되는 경우가 많아 약 400여개의 사업장이 운영 중이며, 앞으로도 유기적으로 통합·분열을 통해 상가수가 변동될 것으로 보인다.

중앙로 지하상가의 업종별 점포현황을 살펴보면 총 601개 구좌 중 의류상가가 308구좌로 전체의 51%를 차지하고 있으며, 다음으로 이동통신상품 상가가 48구좌 8%로 동종판매의 집적을 보이고 있다. 그밖에 신발, 악세사리, 잡화 등 패션·미용 품목 상가의 구좌는 많으나, 정보·문화 혹은 사교·오락적 기능을 갖는 상가구좌는 비교적 많지 않다.

〈표 3〉 중앙로 지하상가 기본현황 및 업종별 점포현황

| | |
|---------|---|
| 관리 주체 | 사단법인 중앙로지하상가 운영위원회 |
| 위치 | 대전광역시 중구 선화동 383번지 (중앙로 71) (구 충남도청 ~ 목척교, 중앙분수대 ~ 대흥동 성당) |
| 연면적 | 33,601.54㎡(주차장 제외) |
| 총길이 | 1,014m |
| 준공년도 | 1990년/1994년 |
| 영업시간 | 10:00 ~ 22:00 (12시간) |
| 총 근무자 | 약 1,000명 |
| 일일 유동인구 | 약 80,000~100,000명 |



* 구좌란 건축 당시 계획된 구획 기준을 의미하며, 현 상가운영 실태는 2~3개 구획을 통합하여 하나의 사업장으로 구성하는 상가가 늘어나는 추세이다.

2. 중앙로 지하상가 공간현황

중앙로 지하상가는 지하 2층 규모의 보행 및 쇼핑 공간이다. 상가, 사무실, 이동통로, 편의시설 등 대부분이 지하 1층에 위치해 있으며, 중앙변전실 및 부변전실, 한전개폐실, 발전기실, 중앙기계실 및 부기계실, MDF실, 냉각탑실, 중앙감시실, 방재실 등 기계시설이 지하 2층에 위치해 있다. 이용객은 외부 출입구에서 계단 또는 승강기를 이용해 상가 내로 진입하고 통로이자 상점가를 따라 이동하면서 통행, 상품구입, 휴게 및 편의시설 이용, 지하철역 진입 등의 목적을 행하고 다시 원하는 목적지로 향하게 된다. 공간의 구조 및 형태에 따라 중앙로지하상가의 공간을 유형화 하면 다음과 같이 구분할 수 있다.



① 출입영역

중앙로지하상가로 진출입 할 수 있는 영역은 출입구 36개소와 승강기 3개이다. 목적교에서 구충남도청으로 뻗어있는 중앙로를 따라 그 지하에 위치한 중앙로지하상가의 특성상 진출입 할 수 있는 입·출구가 대로변의 인도에 존재하는 특성을 모이고 있다.

② 진입영역

입·출구에서 지하상가로 진입하기 위한 연결공간인 진입공간은 진입방법에 따라 계단, 에스컬레이터, 엘리베이터로 세분화 할 수 있으며, 진입공간과 상가진입 사이에 유리자동문이 모두 설치되어 있다.

③ 이동영역

중앙로지하상가의 이동영역인 통로는 총 면적은 13,743.30㎡로 전체면적 33,601.54㎡의 약 40%를 차지하는 비율이다. 통로의 이용목적은 이용객들이 차도 건너편으로 이동하는 수단이면서 목적지까지 직선으로 넓은 보도를 이용해 이동할 수 있는 공공시설에 해당된다. 목적지로의 이동 뿐만 아니라 지하상가 내에서 쇼핑을 하기 위해 목적성을 갖고 이동하는 수단이 되기도 한다.

④ 상업영역

통로를 기준으로 양측에 연속적으로 위치한 상업영역은 구간에 따라 양측 2열배열인 상업영역과 양측 및 중앙까지 3열배열인 상업영역이 존재한다. 상가의 규모는 중앙로지하상가 전체 연면적 33,601.54㎡ 중 상가면적은 12,364.19㎡로 총 37%를 차지하고 있으며, 구좌별로 면적이 다르

고 여러 구좌를 통합한 경우도 다수 존재하므로 상가별 규모를 규정 짓기는 어려운 상황이다.

⑤ 편의영역

중양로지하상가 이용객 및 상인의 편의를 위한 공간영역은 특설무대, 중앙광장분수 만남의 광장, A구역 휴게벤치, B구역 휴게벤치, B구역 분수대, C구역 분수대, 화장실, 관리사무소 등이 있다.

〈표 4〉 중양로 지하상가의 공간유형

| | | | |
|------|---|--|--|
| 출입영역 |  |  |  |
| 진입영역 |  |  |  |
| 이동영역 |  |  | |
| 상업영역 |  |  | |
| 편의영역 |  |  |  |

3. 중앙로 지하상가 화재대응 상인의식

중앙로 지하상가 상인들의 지하상가 재난에 대한 인식을 조사하였다. 조사대상은 지하상가에 입점한 417개 점포 중 212개의 점포를 대상으로 경영주 및 근무자에게 대면방식으로 설문조사를 실시하였다. 화재관련 주요내용을 살펴보면, 아래와 같다.

① 중앙로 지하상가 취약 재난요소

중앙로지하상가의 특성에 비추어 가장 취약하다고 판단되는 재난요소는 무엇이라는 질문에 화재발생에 가장 취약하다고 응답한 대상자가 47%로 가장 많았고, 도난(14%), 폭우·침수(15%), 누전·가스(12%), 지진(7%), 정전(4%) 순으로 나타났다.

② 중앙로 지하상가 화재 취약 정도

상가가 화재에 대해 얼마나 취약하다고 생각하는지의 질문에는 화재에 취약하다고 판단하는 경우(매우취약+취약 55%)가 절반이상으로 안전하다고 판단하는 경우(매우 안전+안전 11%)보다 높게 나타났다. 이는 많은 점포에서 화재에 대해 불안감을 느끼고 있는 것으로 볼 수 있으며, 불안감의 원인은 중앙로 지하상가의 자체 화재대비·대응 상태에 대한 정보부족에 의한 것이라 판단된다.

③ 중앙로 지하상가 화재시 우려사항

화재시 우려사항은 화재가 발생했을 때 무엇보다도 인명피해가 우려된다는 대답이 55%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 그 다음으로 재산피해(30%), 영업정상화 지연(13%), 상가 이미지 추락(2%)의 순으로 나타났다. 이를 통해 볼 때 상인들이 화재발생에 따른 경제적 손해도 우려하지만, 그보다 인명피해에 대해 더 많은 우려를 하고 있음을 알 수 있다.

④ 화재 발생시 대응에 대한 주관기관 인식

화재에 대한 대응에 있어 주관기관으로 인식하고 있는 곳에 대한 질문에는 소방서(43%), 중앙로지하상가 사무소(35%), 민관협력체(12%), 중구청(10%)의 순으로 나타났으며, 화재에 전문적인 대응이 가능하다고 판단되는 소방서와 1차적으로 대응이 가능한 관리사무소에 화재대응에 대한 기대감이 높은 것으로 보인다.

⑤ 화재대응을 위해 기관 및 지자체에게 바라는 점

화재가 발생했을 경우 대응을 위해 기관 및 지자체에게 바라는 점에 대한 조사결과는 '화재 관련 전문가의 정기적인 체크(37%)', '대피동선 및 대피로 확대(25%)', '화재대응에 대한 지속적인 상인교육(25%)', '비상용품 구비(12%)' 순으로 나타났다. 화재대응을 위해 물품 구입이나 시설확장 보다는 상인들을 대상으로 하는 전문적인 교육이나 정기적인 점검을 선호하고 있는 것

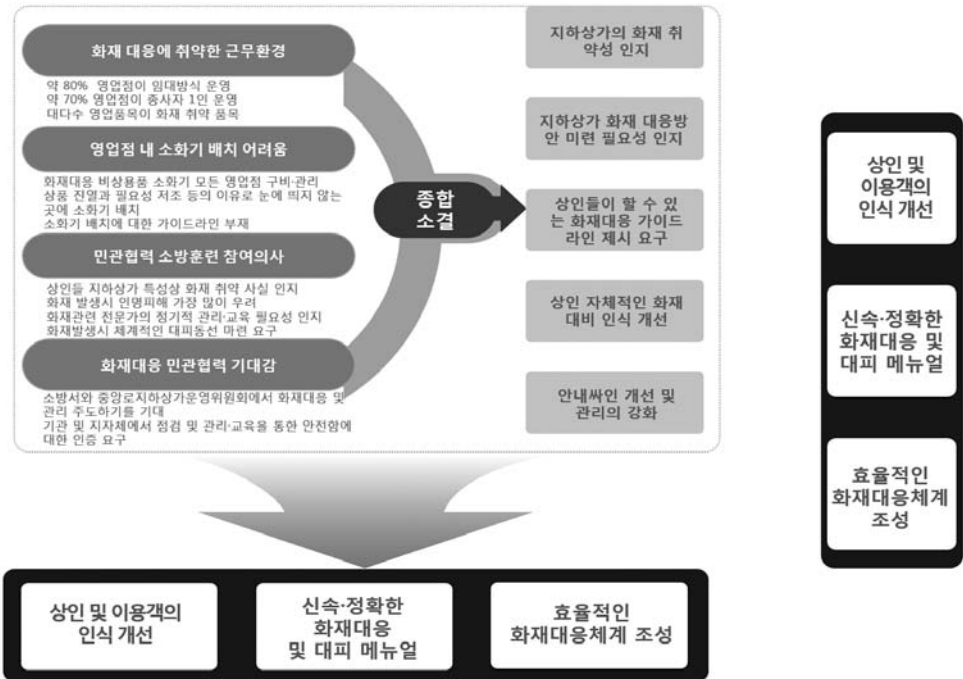
으로 나타났다.

⑥ 중앙로 지하상가의 민관협력 소방훈련 시행시 참여의사

중앙로 지하상가에서 화재가 발생하는 상황을 가장한 훈련을 실시할 경우 참여의사를 확인한 결과 긍정적으로 의사를 표현한 상인은 53%, 비교적 긍정적인 의사를 표현한 상인이 32%로 나타났으며, 부정적인 의사표현을 한 상인은 15%로 대다수의 상인이 소방훈련에 대한 적극적인 참여를 희망하는 것으로 나타났다.

상인들의 의식을 종합해보면, 화재에 대한 취약성 및 대응방안 마련의 필요성을 인지하고 있으며, 이를 위해 전문 점검·관리 및 교육이 필요하다고 생각하고 있다. 화재대응을 위한 소화기, 소화전, 방화셔터 등에 있어서는 상인들이 지켜야할 구체적인 가이드라인 제시가 조속히 필요한 실정이라 느끼며, 모든 영업점에 소화기를 비치·관리해 오고 있으나 소화기 외의 자체적인 대비책이 전무한 상태로 인식하고 있다.

중앙로 지하상가는 대형시설이면서 대로 아래에 위치한 지하시설로 단시간에 구조개선이나 설비보강이 어려운 환경인만큼 부가적인 대책으로 안내시설의 개선과 관리의 강화가 필요할 것으로 판단된다. 또한 상인과 이용객의 신속하고 정확한 화재대응 및 대피에 대한 정기적인 교육 및 훈련을 통한 인식 개선이 뒤따른다면, 효율적인 화재대응체계 조성이 이루어질 것으로 판단된다.



<그림 1> 상인 인식조사 결과 소결

IV. 중앙로 지하상가 민관협력 화재대응 방안

1. 화재대응 민관협력 기본방향

지하상가의 화재대응 민관협력체계 구축에서 있어서는 지하상가의 특성을 고려하여 ICT기술의 융합을 통하여 향후 화재발생시 예방, 대비, 대응, 복구 등 전 과정에 있어서 보다 신속하고 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 모색하는 것에 초점을 두어야 할 것이다. 또한 화재발생초기에는 민간조직에 대한 협력이 이루어지지 않으면 대형사고로 진화되는 것을 여러 사례를 통해 알 수 있었던 만큼 민간이 신속히 화재대응 할 수 있도록 초기진화 시설 또는 장비의 지급이 사전에 이루어져야 한다.

최근에는 민관 파트너십이 순수공공재 영역까지 확대추세에 있는 것을 감안한다면, 소방방재 안전서비스에의 민간참여는 대응, 복구 중심의 소극적 기능에서 예방, 대비 기능에 까지 적극적 참여를 유도하여야 효과성이 제고될 것이다. 중앙로 지하상가의 민관협력활동 대응 기본방향을 정리하자면,

대응의 목표

- 화재발생시 신속한 초기진화 및 사태수습 조치와 피해확산 방지

대응방향

- 자율적 화재예방 및 방화관리체계 강화
- 신속한 상황전파 및 인명·재산의 피해 최소화
- 유관기관 및 실무기관과의 협력시스템 가동, 2차 사고에 대비

대응지침

- 정확한 화재규모 및 피해여부 파악
- 현장 위주의 대응체계 가동으로 초기진화 조치 및 피해 확대 방지 (사고에 대한 신속하고 정확한 상황전파 및 대응·대피, 긴급구조 활동 및 사상자 발생 시 응급조치)
- 유관기관 간 유기적 협력 및 지원체계 구축 (가용장비 및 인력 등을 신속히 투입, 피해 최소화)

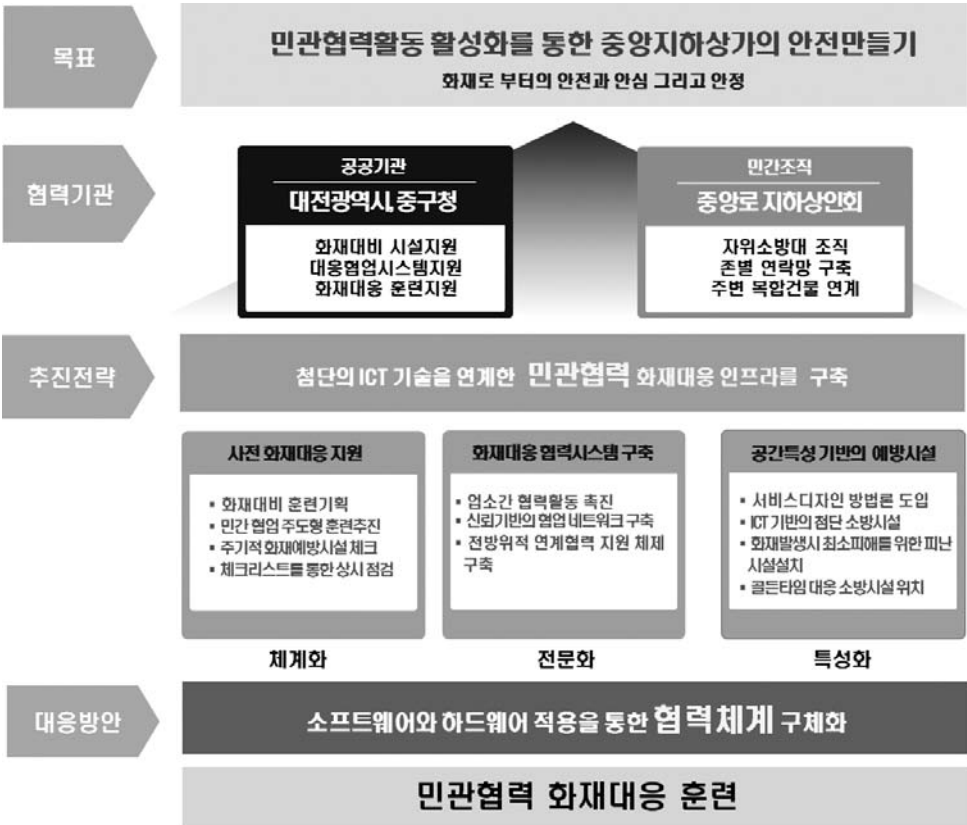
화재대응 고려요소

- 현장 상황에 따른 긴급 조치방안 화재확산 속도, 지형·위치적 여건, 기상조건 등 전기로 인한 화재 여부 확인 등 1차 화재확산 가능성 예측 운영 불가능 점포 현황 파악

- 시민들의 안전한 대피 유도
- 유관기관 동원 범위 (동원거리, 수단, 도착시간 검토)
- 피해 가능성 및 최소화 방안 판단 (피해인원 · 재산 확대 가능성, 시민 및 상인 대피 여부)

지하상가의 재난대응 민관협력체계 구축에서 있어서는 민간인 자율 방재기능의 필요성이 대두되고 있는 만큼 민관협력 협의체로서 (가칭)중앙로지하상가 소방대책위원회 마련을 필요로 한다. 단순한 회의체가 아닌 민관 상호협력을 통한 자율방재 조직체로서 위치를 자리매김하여야 할 것이다.

민관협력 활동을 통한 중앙로 지하상가의 화재대응 방안의 추진전략은 크게 세 가지로 사전 화재대응 지원과 화재대응 협력시스템 구축, 공간특성 기반의 예방시설로 나눌 수 있다. 화재대응 체계의 기본구상은 다음의 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 중앙로 지하상가 화재대응 체계의 기본구상

2. 민관협력의 화재대응 과제

첫째, 중앙로지하상가의 민관협력으로서 가칭 소방대책위원회의 신설이다. 중앙지하상가 관련 여러 관리주체와 유관조직이 협의체를 구성하여 화재의 예방·대비·대응·복구 등에 관한 화재관련 업무 전반에 수시로 협의하여 예방하는 역할을 해야 할 것이다.

둘째, 화재예방의 실천성 제고를 위한 체계적인 시스템 마련을 위한 노력이 필요하다. 지자체에서 독자적으로 추진하였던 체계는 탐다운 방식이라는 지적이 계속되어 왔다. 더욱이 상인이 참가하지 않는 실천이 담보될 수 있는 체계라면 실효성이 없거나 부족하기 때문에 민관협력체를 기반으로 하는 체계적인 예방시스템을 마련함으로써 실천 역량을 확대할 필요성이 있다. 시스템 구성에 있어서는 예방수단으로는 ICT를 활용하는 신속한 연락시스템을 기반으로 하여야 할 것이다.

셋째, 신속한 화재대응 설비의 개선이다. 중앙로 지하상가의 경우는 건설 후 시간이 많이 경과되어 시설노후화가 심각하다고 할 수 있다. 특히 배연시설의 경우는 업종의 특성을 감안한다면 턱없이 부족하다. 시민들도 현실적으로 이용 가능한 소화기를 비롯한 구급키트 등 초기대응에 있어 필요한 시설들의 확충이 필요하다.

넷째, 화재대응에 관한 정기적인 점검이 보완·추가되어야 한다. 현재는 소방서에서 정기적인 체크를 하고 있지만, 중앙로 지하상가의 경우는 공공의 공간이라 할 수 있는 보행로가 포함되어 있는 만큼 민관협력 즉 시민단체 등과 연계하여 숨기지 않는 소방시설이 되도록 철저한 주기적인 점검이 필요하다.

다섯째, 화재에 있어 골든타임이라 할 수 있는 5분내 초기진압을 위해서는 ICT를 적용한 첨단 진압도구의 구비도 예산이 허락되는 범위에서는 마련해야 화재 시 발생하는 재산적 손해를 고려한다면 예방을 위한 시설투자는 일종의 보험이라 할 수 있다. 이러한 인식변화는 상인 뿐만 아니라 행정도 예산투여에 있어 우선순위를 부여하여야 할 것이다. 화재예방은 도시의 경쟁력을 확보하는 미래형 투자이며 도시건설 초기에 적용함으로써 직접적인 이익을 창출해낼 수 있다.

끝으로 주기적인 민관협력의 소방훈련이 필요하다. 화재 시 소방훈련은 초기진압을 결정하는데 도움을 준다. 소방교육은 직원과 입점 경영주, 상가 근무자, 자위소방대 전부를 대상으로 실시할 필요가 있으며, 화재예방을 위한 교육, 화재진압·대피유도에 대한 전문지식 습득 및 현장대응능력 제고를 위한 교육훈련이 되어야 한다. 또한 철저히 사전에 준비된 매뉴얼에 의한 훈련만이 매우 효과적이라 할 수 있어 사전에 매뉴얼 준비는 필수요소라 할 수 있다.

V. 나아가는 글

시민의 삶의 터전이 되는 도시공간에서 가장 우선적으로 고려되어야 할 것이 바로 그 구성원들이 안전하게 자신의 삶을 영위할 수 있는 환경조성이다. 인적재난의 대표적인 화재 특히 대형사고가 우려되는 지하상가에서 민관협력의 화재대응 과제에 대해 살펴보았다. 중앙로 지하상가 화재대응 민관협력 방안은 사고의 예방차원에서 지자체의 자율적인 재난안전관리 체계 구축과 역량 강화, 그리고 화재안전관리 체계를 더욱 공고하게 구축하는 것이다.

지하공간의 심층화, 복합화, 대규모화에 따른 화재안전성평가 대책 중에서 피난대책이 매우 중요하며, 더불어 연소 확대 방지대책, 초기소화대책, 관리대책, 출화방지대책, 소방활동대책 등이 필요하다. 또한 중앙로 지하상가의 안전성 확보 및 상인들의 훈련의 실천성 제고를 위해서는 체계적인 화재대응 시스템 마련을 위한 노력도 필요하다. 지자체에서 독자적으로 추진하였던 재난대응 시스템은 탑다운 방식이라는 지적이 있었다. 따라서 지하상가 화재대응 관련 매뉴얼을 수립하고 이의 활용도를 높이기 위한 지자체와 민간의 상호 협력하는 노력이 더욱 필요하다. 특히 지하공간이라는 특성을 감안하면 민간의 화재예방을 위한 ICT기술을 적극적으로 도입함으로써 중앙로 지하상가의 화재예방 대책을 마련하는 것도 화재예방에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 개발이 증가되고 있는 다양한 지하공간은 계획 및 설계단계에서부터 중요도가 높은 대책을 중심으로 화재대응 대책이 철저히 수립되어야 한다. 지하공간의 화재로 부터의 안전확보는 우리 대전이 해결해야 할 중대한 과제라는 점을 인식하고, 재난의 감소와 예방에 ICT를 접목시키려는 노력을 통해 보다 효율적인 화재예방 대안을 마련한다면 대전시민들의 삶의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 국토해양부(2008), 지하공간 활용 및 관리개선 연구,
- 김운형 외(2013), 지하공간 위험특성 분석 및 제도개선 방안 연구, 소방방재청
- 이정헌 외(2012), 지하공간 개발을 통한 지역재생 활성화 방안, 부산발전연구원
- 이강주 외(2011), 도시공공 지하공간의 시설현황 조사 분석 - 부산광역시 지하공공보도시설을 중심으로, 대한건축학회논문집 계획계 제27권 제11호
- 이형복(2014), 재난대응 민관협력활동 활성화 방안, 대전발전연구원

편집위원

위원장 박종찬(고려대학교 경영학과 교수)

위원 임병호(대전세종연구원 기획조정실장)

김용동(대전세종연구원 선임연구위원)

문충만(대전세종연구원 연구위원)

송양현(목원대학교 생의학화학과 교수)

윤자영(충남대학교 경제학과 교수)

이형복(대전세종연구원 책임연구위원)

이진선(우송대학교 철도경영학과 교수)

조윤철(대전대학교 환경공학과 교수)

주혜진(대전세종연구원 책임연구위원)

지남석(대전세종연구원 세종연구실장)

대전세종포럼

대전세종포럼 통권 제64호

발행일 2018년 3월 2일

발행인 박재묵

발행처 대전세종연구원

등록번호 대전중. 바00002

주소 34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화 042-530-3500

팩스 042-530-3508

제작 (주)봄인터랙티브미디어 (Tel.042-633-7800)

대전세종포럼

DAEJEON
SEJONG
FORUM

연구과제 제안 안내



DAEJEON
SEJONG
FORUM

대전세종연구원은 대전시·세종시 각계각층의 연구요구를 수용하고
활발한 지적교류와 정책연구에 반영하기 위하여
연구과제 아이디어를 모집합니다.

연구과제로서 적절하다고 판단되는 참신한 아이디어가 있으시면
대전세종연구원 홈페이지(www.dsi.re.kr) 시민의소리(연구제안)로
신청하여 주시기 바랍니다.

여러분들의 많은 관심과 참여 부탁드립니다.

DAEJEON
SEJONG
FORUM

www.dsi.re.kr