

초고층복합빌딩의 재난사고 시나리오 적용방안에 관한 연구

윤여송 · 김종락 · 이수경* · 송동우* · 신동일**
삼성전기(주) · 서울과학기술대학교 에너지안전공학과*
· 명지대학교 화학공학과**

A Study on Analysis of Disaster Accidental Scenarios of High-Rise Complex Building

Yeo-Song Yoon · Jong-Rak Kim · Dong-Woo Song* · Su-Kyung Lee*
· Dong-il Shin**
Samsung Electro-Mechanics Co.,Ltd.
Seoul National University of Science and Technology*
Myongji University**

요 약

건축기술의 발달과 함께 건물은 높아지고 있지만 건물의 높이가 높아질수록 각종 재난으로부터 안전의 확보가 어려워지는 것이 현실이다. 특히 전 세계적으로 기후가 급격하게 변화하고, 재난의 유형도 다양화, 복합화 되고 있으며, 사회구조의 변화로 인해 재해로 인한 재난이 대형화되고 있는 추세이다. 특히 초고층복합빌딩은 재난이 일어나면 복합적으로 대형화된 재난이 일어날 가능성이 매우 높다. 이러한 시점에서 초고층복합빌딩에서 재난사고에 대응하기 위하여 각종 재난별로 일어날 수 있는 사고시나리오를 제시하고 앞으로 초고층복합빌딩의 재난사고에 대한 대응 방향을 제시하고자 한다.

1. 서 론

건축기술의 발달과 함께 건물은 높아지고 있지만 건물의 높이가 높아질수록 각종 재난으로부터 안전의 확보가 어려워지는 것이 현실이다. 특히 초고층복합빌딩과 같이 피난 동선 복잡하고 긴 건축물의 경우에는 화재나 재난 정보를 신속하게 전파하지 않으면 피난의 시기를 놓칠 가능성이 매우 높다. 그 예로 3000명 이상의 엄청난 사상자를 만들어낸 미국의 세계무역센터(WTC)의 사고 초기에 세계무역센터의 상황이 전 세계적으로 생중계되고 있는 시점에도 무역센터 내 그 상황을 알지 못하고 있어 피난이 늦어진 지역이 많았다고 한다. 이렇듯 재난 정보의 부재는 재실자들의 피난에 큰 영향을 미치고 대형참사를 부르는 원인이

될 수 있다. 이에 초고층복합빌딩의 각종 재난으로 인한 비상사태 발생에 대비한 비상사고 대응을 위한 운영자, 관리자 등의 표준운영절차 및 행동절차를 마련해야 할 것이다. 본 논문에서는 초고층복합빌딩에서 일어날 수 있는 사고의 유형을 도출하고 사고유형별로 대응 절차를 도출하기 위한 선행 연구로 사고대응 시나리오를 작성하는 방안에 대하여 제시하고자 한다.

본 연구에서 사고대응의 범위는 국가재난관리에서 제시하는 예방, 대비, 대응 및 복구의 4단계 중에서 대응에 관한 내용에 국한되어 있으며, 대응단계는 다시 예방 및 점검, 대비 및 훈련, 비상대응, 임시복구 등의 4단계로 구분할 수 있다. 1단계와 2단계는 비상사고에 대비하여 장비나 시설을 점검하고 비상사고에 대응하는 관계자의 대응요령 및 절차 등에 대한 교육 등이 필요한 단계이며, 3단계와 4단계는 실제 비상사고가 발생하였을 때 표준 운영절차에 의해서 대응하고, 임시적으로 복구하는 단계를 가리킨다.

연구방법은 첫째, 초고층복합빌딩 재난사고의 정의 및 유형 분류 둘째, 국내외 초고층복합빌딩 사고대응시나리오 구축 현황 조사 셋째, 초고층복합빌딩 사고대응 시나리오 구축 절차 및 방법 제시 넷째, 초고층복합빌딩 사고대응 시나리오 설정 방안 제시를 하는 순으로 연구를 진행하였다.

2. 초고층복합빌딩 재난 사고의 정의 및 유형 분류

초고층복합빌딩의 재난사고 시나리오를 도출하기 위하여 과거 재해 및 대형사고 중 피해규모 및 사고대응의 필요성을 고려하여 ‘재난 및 안전관리 기본법’ 등의 재해유형 중 발생빈도, 규모 등을 고려하여 초고층복합빌딩에 영향을 미치는 재해유형을 정의한다.

‘재난 및 안전관리기본법’에서는 재난을 국민의 생명·신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로 자연재해, 인적재난 그리고 사회적 재난으로 분류하고 있다. 그 내용은 표 1과 같다¹⁾.

표 1. ‘재난 및 안전관리기본법’의 재난유형 분류

구분	내용
자연재해	태풍·홍수·호우(豪雨)·강풍·풍랑·해일(海溢)·대설·가뭄·지진·황사(黃砂)·적조 등 그밖에 자연현상으로 인하여 발생하는 재해
인적재난	화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등
사회적재난	에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비와 전염병 확산 등

‘재난 및 안전관리기본법’에서는 분류하고 있는 재난의 유형 중에서 초고층복합빌딩에서 일어날 수 있는 재난의 유형을 정의해보면 표2와 같이 자연재해로서 태풍, 홍수·호우, 강풍, 해일, 지진 등으로 인한 피해가 일어날 수 있고 인적재난으로서는 화재, 폭발, 붕괴, 화생방사고 등으로 인한 피해가 예상되며, 에너지 공급 마비, 전염병 확산 등으로 인한 사

회적 재난이 가능할 것이다.

표 2. '재난 및 안전관리기본법'의 재난유형에 따른 초고층복합빌딩 사고유형 분류

구분	내용	피해유형 및 특징
자연재난	태풍	강풍으로인한 구조물 파괴, 붕괴, 정전, 등으로 인한 시설 및 인명피해
	홍수·호우(豪雨)	지하층의 침수 등으로 인한 시설피해
	강풍	구조물 파괴로 인한 시설 및 인명피해
	해일(海溢)	해안가에 있는 초고층빌딩의 경우이며 구조물 파괴, 붕괴, 침수 등으로 인한 시설 및 인명피해
	지진	구조물 파괴, 붕괴, 화재, 폭발, 정전 등으로 인한 시설 및 인명피해
인적재난	화재	화염 및 연기에 의한 인명피해 화염으로 인한 구조물의 파괴 등으로 인한 2차적인 시설 및 인명피해
	폭발	폭발에 의한 직접적인 시설 및 인명피해 화재로의 전이 및 구조물의 파괴로 인한 2차적인 시설 및 인명피해
	붕괴	구조물의 파괴로 인한 시설 및 인명피해
	화생방사고	화생방 사고로 인한 오염피해 및 인명피해
사회적재난	에너지	전기, 가스 등의 공급 마비로 인한 인명피해
	전염병 확산	대규모 다중이용지역의 특성으로 인한 전염병확산에 의한 인명피해

국내 초고층복합빌딩의 경우에는 화재가 가장 많은 사고 건수를 가지고 있으며, 기후변화로 인한 자연재해로 인한 사고의 가능성도 높아지고 있다. 특히, 부산과 같은 해안에 위치하고 있는 초고층빌딩이 많은 지역의 경우에는 해일 등에 의한 피해 가능성도 배재할 수 없을 것이다. 그리고 우리나라는 테러로 인한 화재, 폭발, 화생방 사고 등의 위험을 내재하고 있다. 그러므로 이러한 재난유형에 따른 초고층복합빌딩의 비상사고에 대한 대응이 요구되며 이에 따른 사고 시나리오를 고려하여야 할 것이다.

3. 사고대응 시스템 구축 현황 조사

국내에서는 초고층복합빌딩의 재난 대응에 관한 적절한 기준이 없기 때문에 사고대응은 자체적으로 사고에 대비하여 시스템을 갖추고 있으며 종합방재실에서 이를 관리하고 있다. 국내 초고층복합빌딩의 대표적인 건축물인 코엑스몰은 지하공간이 연결되어 있는 7개의 건물로 구성되어 있으며 모든 건물의 시스템이 연계된 통합재난관리센터를 구축하고 있다. 코엑스몰의 재난관리센터는 다양한 재난에 대비하여 단계별로 대응을 위한 매뉴

열을 작성하여 비치하고 있으며, 재난발생 시 절차에 따라 대응할 수 있도록 조치하고 있다³⁾.

현재 국내에서는 초고층복합빌딩에 관한 적절한 기준을 마련하기 위한 노력이 이루어지고 있으며, 그 내용으로 초고층 및 지하연계 복합건축물에 관한 특별법을 제정하기 위한 연구가 진행되었고 현재 법제정을 위한 검토를 하고 있다⁵⁾.

미국의 경우, 911테러 이후 비상대응에 관한 상황을 조사분석한 보고서를 작성하였다. 그 내용으로는 비상대응데이터, 사고·피난·대응의 시간대별 상황 순서, 비상대응 운영의 분석, 고층빌딩의 주요 운영 계획, 비상 통신 분석, 비상대응 조직 등 WTC의 비상대응에 관한 자료가 정리되어 있다⁴⁾. 현재 WTC의 비상대응 시스템은 정보를 관리하는 위탁운영 기관을 두고 유관기관으로 연계하여 정보를 공유할 수 있는 시스템을 설계하였다. 그리고 보안을 강화하여 재실자에 관한 정보를 쉽게 알 수 있도록 조치하고 있다.

국내의 초고층복합빌딩의 사고대응을 위하여 사고사례와 현재 구축되어진 시스템의 분석이 바탕된 시나리오가 작성되어야 할 것이다.

4. 초고층복합빌딩 사고대응 시나리오 적용방안

4.1 사고대응 시나리오 구축 방법

초고층빌딩사고 시나리오를 도출하기 위해 사고사례를 분석하여 사고 진행에 따른 비상대응 사례를 분석한다. 이를 위해서 실제 사고사례의 사고과정, 대응사례 등 사고 시나리오를 통하여 사고가 발생할 수 조건을 설정한다. 그리고 대응 시나리오의 대응조치 단계별로 레벨을 설정하고, 레벨 내에서 어떤 조치사항에 따라서 상이한 대응조치로 변할 수 있는 항목을 정하였다.

시나리오 설정을 위하여 크게 3가지의 단계를 구분하였다. 단계 1(초기대응단계)는 실질적인 피해를 동반하지 않은 초기단계를 말하면 사고가 발생하여 직접적인 사람들에게만 확인이 된 상태를 말한다. 그리고 단계 2(자체대응단계)는 사고가 확산되는 초기단계로 자체적인 대응이 가능한 정도의 단계, 단계 3(외부대응단계)은 사고 확산에 의해 피해가 확산대고 자체적으로 진압이 불가능한 경우를 말한다.

표 3. 시나리오 단계별 분류

구분		단계 1	단계 2	단계 3
내용		실질적인 피해를 동반하지 않는 초기단계	사고 확대의 초기단계 화재의 경우 자체소방대에 의해 진압이 가능	사고 확대로 자체적인 진압이 불가능한 단계
관계자	내부	제실자, 운영관리자	운영관리자에 의한 자체소방대	사고상황에 따른 소방대의 보조역할
	외부	-	-	유관기관(소방서, 경찰서, 병원, 전력 및 가스 관련 기관 등)

초고층복합빌딩에서 사고 유형별로 대응이 다르기 때문에 시나리오 설정을 위하여 사고의 유형별로 가장 심각한 피해를 줄 수 있는 상황을 도출하여 그에 따라 시나리오 작성한다.

4.2 사고대응 시나리오 적용

초고층복합빌딩의 사고대응 시나리오는 사고 대상, 위치, 원인 등의 사고특성을 고려하여 피해규모를 판단하여 도출하고 피해가 가장 심각한 상황을 설정하여야 한다. 유형별 사고 시나리오는 표준화된 코드를 사용하여 제시하게 된다. 다음 그림 1은 초고층복합빌딩의 화재시 시나리오를 예시로 제시한 것이다. 시나리오는 화재 사고대응의 단계별 분류에 따라 대응주체(재실자, 관계자, 유관기관 등)의 대응상황을 다이어그램으로 표현한다. 이와 같은 시나리오는 초고층복합빌딩의 재난 유형 및 사고상황에 따라 제시되어지게 될 것이다.

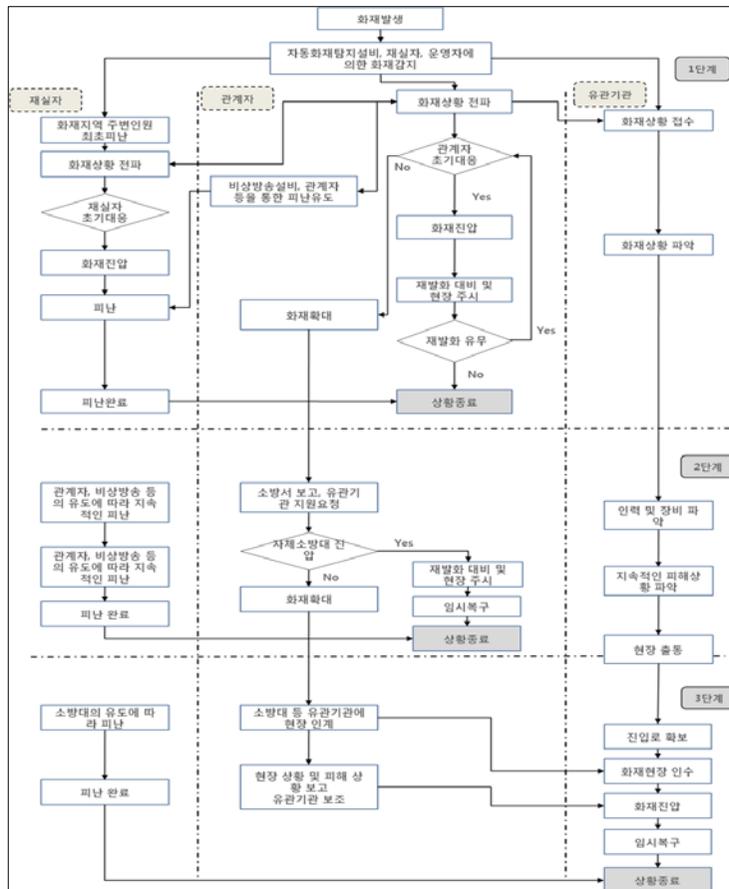


그림 1. 화재상황 시나리오 예시

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 초고층복합빌딩의 재난으로 인한 사고대응 표준운영절차 및 매뉴얼을 작성하기 위한 시나리오 적용 방안에 대하여 제시해 보았다. 초고층복합빌딩에서의 재난 유형을 분류, 초고층복합빌딩 사고대응시나리오 구축 현황 조사, 초고층복합빌딩 사고대응 시나리오 작성 방법, 초고층복합빌딩 사고대응 시나리오를 설정하는 방안을 제시하였다.

재난 유형별로 시나리오가 도출되면 이를 기반으로 초고층복합빌딩의 사고대응 주체(제실자, 시설운영자 및 관리자 등)의 행동절차 및 운영절차를 시스템화하여 사고시나리오에 기반한 상황 대응이 필요할 것으로 사료된다.



감사의 글

본 연구는 첨단도시개발사업의 'IT기반 통합형 방재정보센터 운영 매뉴얼 및 무선 화재통합형 감지기 개발' 과제를 통해 이루어진 것으로 본 연구를 가능케한 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 재난 및 안전관리기본법
2. 김시곤 (2006), “철도사고 및 비상대응 관리 체계 구축 보고서”, 국토해양부 철도종합안전기술개발사업
3. 초고층 건축물의 녹색 방재력 확보를 위한 재난관리 방안 연구, 2010년도 한국방재학회 학술발표대회 특별세션 자료집
4. J. Randall Lawson and Robert L. Vettori(2005) "The Emergency Response Operations, Federal Building and fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster", National Institute of Standards and Technology
5. 기사자료, “초고층 및 지하연계복합건축물에 관한 특별법 시행”, 재난포커스
6. 정덕훈(2009), “통합 상황관리시스템 구축방안 연구 보고서”, 소방방재청