

2010

초고층 건축물의 화재안전성 확보방안

A Fire Safety Secure Plan of High-Rise Buildings

김윤종

초고층 건축물의 화재안전성 확보방안

A Fire Safety Secure Plan of High-Rise Buildings

2010

Ⅰ 연구진 Ⅰ

연구책임 김 윤 종 • 창의시정연구본부 초빙선임연구위원
연구원 지 승 희 • 창의시정연구본부 연구원
이 인 혁 • 창의시정연구본부 연구원
신 혜 선 • 창의시정연구본부 연구원
박 해 준 • 창의시정연구본부 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구 배경

- 현재 서울은 초고층 건축물(50층 혹은 200m 이상)¹⁾의 급증에 따른 도시 대형 화재위험 증가
 - 초고층 건축물은 일반 건축물과 달리 화재발생 시 대규모 피해 발생
 - 최근 3년간 전국 21층 이상 고층건축물 화재는 872건으로 지난해 보다 2.8배 증가(3년간 인명피해 472명(사망 89명), 재산피해 121억원)
 - 서울시의 31층 이상 고층 건축물은 132개소(2009.12)로 매년 6%씩 증가하는 추세이며, 50층 이상 초고층 건축물도 15개소임²⁾.
- 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역)³⁾ 설치 등 화재안전성 확보대책 마련 시급
 - 화재발생 시 대피공간인 중간 대피층 및 피난시설 설치에 대한 세부 기준 필요
 - 현행 「건축법」(시행령 제34조제3항)에서는 지상층으로부터 최대 30개 층마다 중간 대피층 설치를 의무화하였으나, 그 규모나 설치 기준은 미확정

1) 「건축법」 시행령 제2조 제15호

2) 서울시 21층 이상 고층 건축물은 2,505개소(2008년)

3) 중간 대피층(피난안전구역)

– 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제8조의2(피난안전구역의 설치기준)에서 중간 대피층(피난안전구역)을 해당 건축물의 1개 층에 설치하도록 규정함.

- 또한, 초고층 건축물의 재난관리 관련 법안⁴⁾이 현재(2010년 10월) 국회에서 심의 중이나, 안전기준(법 제20조)은 단지, “건축법 및 소방시설공사업법의 기준보다 강화하여 적용할 수 있다”고만 하여, 세부 안전대책이 매우 미흡

2) 연구목적

- 초고층 건축물의 높이별 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립, 화재 안전시스템 강화방안(소방 및 피난 시설), 연돌효과 대책 및 고강도콘크리트의 내화성능 확보 등을 통한 초고층 건축물의 화재안전성 확보방안을 수립하고자 함.



〈그림 1〉 국내·외 초고층 건축물 사례

4) 『초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법안(의안번호 4323)』은 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 같은 해 10월 법사위원회 심사 및 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행될 예정임.

2. 주요 연구내용

〈표 1〉 주요 연구내용

목 표	주요 연구내용
<ul style="list-style-type: none"> 국내외 초고층 건축물의 화재발생 현황 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 국내·외 초고층 건축물 현황 <ul style="list-style-type: none"> -서울시 초고층 건축물 현황 및 문제점
<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립 및 피난 안전성평가 	<ul style="list-style-type: none"> 건축물 높이별 중간 대피층(피난안전구역) 설치방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> -중간 대피층 간격(30층, 25층, 20층)에 따른 피난시뮬레이션 분석⁵⁾을 통하여 안전한 피난을 위한 중간 대피층 설치기준 제시 <ul style="list-style-type: none"> · 건축물 높이(60층, 99층 이상)별 중간 대피층 설치 간격 및 주요 피난시설 설치기준 제시(계단, 출입구의 유효 폭) -화재시뮬레이션 분석⁶⁾을 통한 초고층 건축물의 피난안전성평가 <ul style="list-style-type: none"> · 제시된 기준의 초고층 건축물(60층, 99층)에 대한 화재확산 양상) 및 대피시간 검토
<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물의 화재 안전시스템 강화방안 	<ul style="list-style-type: none"> 주요 소방시설 강화 및 연돌효과 대책 대형화재를 대비한 고강도 콘크리트의 내화성능 확보방안(폭렬저감대책)
<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물의 재난 관리종합시스템 구축 방안 	<ul style="list-style-type: none"> 3D 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물의 재난관리종합시스템 구축방안 <ul style="list-style-type: none"> -국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황 및 향후 과제 -실내공간정보 구축을 통한 국내 고층 건축물 재난관리종합시스템 구축 사례 (IntraMap3D⁷⁾ 활용 사례)

1) 초고층 건축물 현황 및 화재안전상 문제점

(1) 초고층 건축물 현황

○국내·외 초고층 건축물 현황

-50층 이상 국내 초고층 건축물은 2009년 3월 기준으로 총 44개소(준공 18개소, 공사 중 13개소, 허가동의 6개소, 설계·계획 7개소)이며, 최근에는 인천타워(610m, 151층), 상암DMC랜드마크(580m, 130층), 잠실제2롯데월드(522m, 112층), 부산월드비즈니스센터(500m, 110층) 등 100층 이상 초고층 건축물들의 건립이 추진되고 있음.

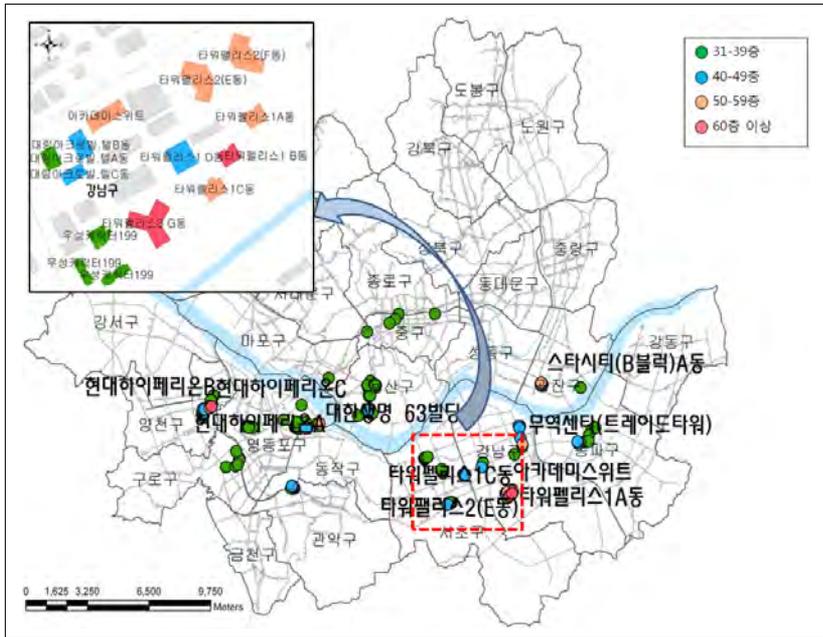
-
- 5) 피난시뮬레이션은 영국의 IES(Integrated Environmental Solutions Limited)사에서 개발된 Simulex를 사용
- 6) 화재시뮬레이션은 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발된 FDS(Fire Dynamic Simulation)를 사용
- 7) (주)한국공간정보통신의 3D GIS 소프트웨어로서, 당 회사의 협조를 받아 고층 건축물의 재난 관리종합시스템 구축방안을 위한 사례분석에 활용되었음.

- 현재 세계 최고의 초고층 건축물은 2010년 1월에 준공된 부르즈 칼리파(높이 828m, 162층)이며, 세계 20위 내의 초고층 건축물의 80%가 아시아 지역의 도시에 위치하고 있음.

○서울시 초고층 건축물 현황

–2009년 12월 기준으로 서울시 50층 이상 초고층 건축물은 15개소이며, 31층 이상 고층 건축물은 총 132개소임.

- 초고층 건축물은 강남구 8개소, 광진구 3개소, 양천구 3개소, 영등포구 1개소로 분포되어 있으며, 강남구의 타워팰리스3 G동(2003)이 지상 69층(지하 6층), 높이 263.7m로 가장 초고층임.
- 용도별로는 복합시설(업무·상업·주거용)이 14개소로 대부분을 차지하며, 업무용 건물은 1개소뿐임.



(그림 2) 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황



〈그림 3〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 층별·용도별 현황(50층 이상 초고층 건축물 포함)

〈표 2〉 국내·외 초고층 건축물 재난안전시설 현황

건물명	부르즈칼리파	타이페이 101 빌딩	국내 A 빌딩	국내 B 빌딩
위치	두바이	대만 타이페이	한국 부산	한국 서울
높이	828m	509m	250m	249m
피난안전구역	25개 층마다 설치	8개 층마다 설치	30개 층마다 설치 예정	없음
피난계단 내 통신설비	양방향 설비	양방향 설비	없음	없음
경보시스템	육성경보시스템	육성경보시스템	비상벨 경보시스템	비상벨 경보시스템
마감재	불연재	불연재	상가만 불연재	불연재·가연재 혼합
엘리베이터	비상시 사용 가능	대피용 전환 가능	비상시 사용 불가	비상시 사용 불가
비상엘리베이터	3대	3대	1대	2대

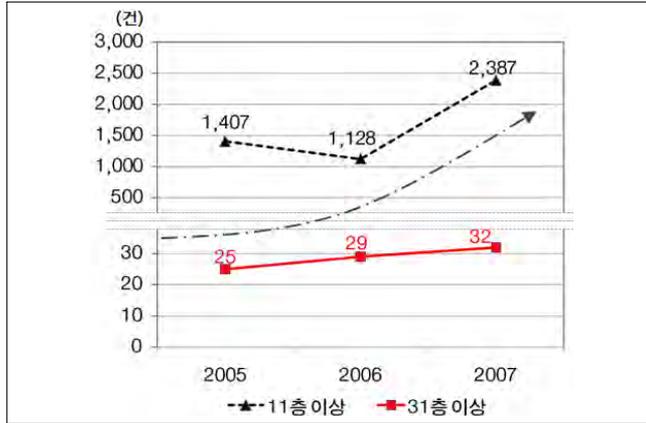
참고 : “해외 초고층빌딩은... 부르즈 칼리파, 피난계단에 양방향 통신설비 갖춰”, 조선일보(자료 : 소방방재청), 2010.6.22.

(2) 초고층 건축물의 화재발생 현황 및 화재안전상 문제점

① 초고층 건축물의 화재발생 현황

○ 국내 고층 건축물 화재발생 현황

- 최근 3년간(2005~2007) 발생한 국내 11층 이상 고층 건축물 화재는 4,922건으로, 주거용 아파트에서 90%, 주상복합건물에서 2.2% 발생
- 3년간(2005~2007) 국내 31층 이상 고층 건축물의 연평균 화재발생 건수는 29건으로 해마다 급증



〈그림 4〉 최근 3년간(2005~2007) 국내 고층 건축물 화재발생 현황

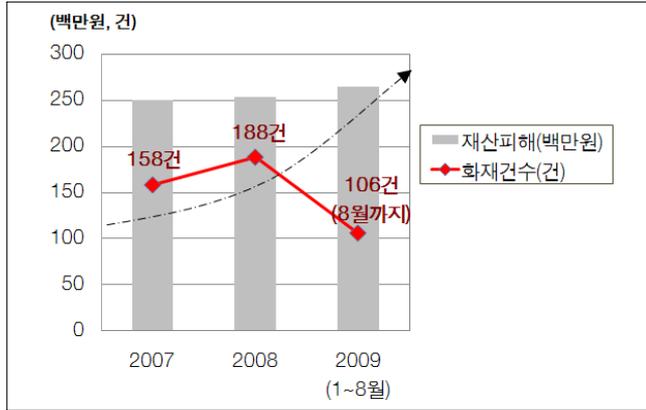


〈그림 5〉 국내·외 고층 건축물 화재 사례

○서울시 고층 건축물 화재발생 현황

–최근 3년간(2007~2009.8) 발생한 서울시 11층 이상 고층 건축물의 화재는 452건으로 연평균 1.8% 증가(168건)

- 특히, 서울 전체 고층 건물의 화재사고에서 15층 이상 건물의 화재발생률이 74.1%, 이로 인한 화재사고 사망률이 66.7%로 나타났으며, 15층 미만일 경우 인명 사상률은 23.8%에 불과⁸⁾



〈그림 6〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 현황(2007~2009.8)



〈그림 7〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 원인(2007~2009.8)

8) “15층 이상 고층 빌딩·아파트는 화재 사각지대?”, 헤럴드경제, 2010.3.29.(김영로 서울시의원, 서울시 소방재난본부 행정감사 자료)

② 초고층 건축물의 화재안전상 주요 문제점 및 개선대책

○ 주요 문제점

〈표 3〉 초고층 건축물의 화재안전상 문제점

문제점	세부내용
• 피난의 난이성	• 수직 이동거리 증가로 인한 피난의 장시간 소요, 피난계단의 연기 유입, 다수 대피인원으로 인한 혼란 가중, 조명의 기능상실 등에 의해 피난 시 패닉현상 유발 촉진
• 수직공간 높이 증가에 따른 급속한 화재확대 용이성(연돌효과)	• 엘리베이터, 전기, 공조기계설비의 샤프트(shaft), 피난계단 등이 연돌효과 현상을 일으켜 연소를 가속화시킬 위험성이 큼.
• 재연의 불확실성 및 상층연소 확대 용이성	• 내부공간의 복잡다양화, 건물구조상 제약 및 풍해방지 등의 고려에 의한 폐쇄성으로 연기가 복도에 유출 시 배출 곤란 • 고층부의 강풍에 의해 연기 및 유독가스가 복도 등 피난경로로의 확산 우려
• 화재하중의 증가	• 초고층 건축물은 다양한 용도로 공간이 구성되어 있어 화재하중이 증가(에너지 사용량이 많으며, 사용 장소도 다양)
• 방화구획의 불안전성	• 덕트 내 방화구획의 불안전성, 방화셔터의 비정상 작동으로 인한 연기의 급격한 확산
• 화재발생 인자의 다양화	• 다양한 건물용도, 불특정 다수인의 사용 등으로 인한 화재유발 인적요소 증가
• 건물 미관을 위한 넓은 창면적과 발코니에 의한 화재전파	• 확장형 발코니에 의한 화재연소 확대 가능성 및 화염전파 가속화 • 건물외벽의 넓은 창문에 의한 상층으로의 급격한 연소 확대
• 소방대에 의한 화재진압과 인명구조의 한계	• 단시간 내에 화재가 최성기에 도달하며, 수직 동선이 길어 외부에서의 진입과 인명구조에 어려움이 큼.
• 화재안전성 확보를 위한 제도의 미비	• 초고층 건축물 재난관리를 위한 전문 법률의 미비

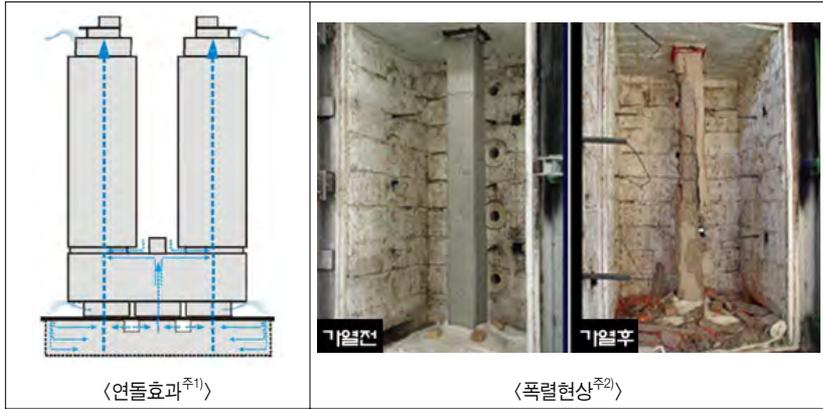
참고 : “초고층 건축물의 방재정책 및 제도 개선방안”, 조성완, 2008.

— 수직구조로 인한 피난의 난이성, 엘리베이터·샤프트(Shaft) 등에 의한 연돌효과⁹⁾의 잠재적 위험성, 상층연소 확대 용이성, 소화의 난이성 등의 이유로 일반 건축물에 비하여 화재 위험이 높음.

- 또한, 국내 초고층 건축물에 사용되는 고강도 콘크리트(50MPa 이상)가 화재발생 시 열에 견디는 내화성능이 급격히 저하되어 폭발하는 폭

9) 연돌효과(Stack effect) : 건축물 내·외부 공기 기둥의 밀도 차이로 인한 압력차에 의해 발생하는 공기 흐름현상

렬현상¹⁰⁾ 때문에, 심할 경우 1시간도 버티지 못하고 무너지는 것으로 나타남.



주1 : “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.
 주2 : “초고층 건축물의 내화설계 및 화재안전 대책”, 안재권, 2007.

〈그림 8〉 연돌효과 및 콘크리트 폭렬현상

○개선대책

- 초고층 건축물의 화재안전성 확보를 위한 관련 규정의 정비
 - 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안」(2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회 통과)이 국회법사위원회 심사와 본회의 의결을 앞두고 있으나, 세부 안전기준 등이 조속히 마련되어야 함.
 - 현재 서울시는 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」(서울시, 2009.8)을 적용하고 있지만, 상기 특별법의 빠른 시행을 통하여 초고층 건축물 및 주변지역들에 대한 재난관리체계를 확립하여야 함.
- 아파트 등 성능위주설계 대상물의 확대 및 소방시설 강화
 - 현재 「소방시설공사업법」¹¹⁾에서는 화재발생 시 가장 많은 인명피해가

10) 폭렬현상(Spalling Failure) : 고강도 콘크리트가 400℃ 이상의 고열에서 폭발하는 현상

11) 「소방시설공사업법」 시행령 제2조의2(성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물의 범위)

발생할 수 있는 아파트(주택으로 쓰이는 층수가 5개 층 이상인 주택)와 복합건축물 등이 성능위주설계 소방대상물에서 제외되어 있으므로, 이들을 대상물에 포함하여 초고층 건축물의 화재안전성을 적극적으로 확보하여야 함.

- 또한, 초고층 건축물의 소방시설 강화를 위해서는 관련 소방법 및 국가화재안전기준(NFSC)의 개선이 필요함(소화수원, 자동화재탐지설비, 제연설비, 무선통신보조설비, 피난설비 등).

- 초고층 건축물의 소방방재안전을 위한 기본계획 수립¹²⁾

- 초고층 건축물에서의 화재, 지진, 폭발 및 테러 발생 등에 대비하여, 거주자의 안전을 지키기 위한 소방방재시스템 기본계획 수립이 필요함.
 - 기본계획은 배치계획, 발화방지계획, 연소 확대방지계획, 피난계획, 방·배연계획, 내화설계, 소화설비설계, 공간구조, 유지관리 등이 유기적으로 작동하도록 하는 것임.
 - 특히, 잠재된 화재위험요소와 문제점을 정확히 파악하여, 화재·지진·폭발·테러 등 기타 예측 가능한 사태에 노출되었을 때, 최소한의 안전 수준 확보를 위한 가이드를 제정하여야 함.

12) “초고층건축물 소방방재시스템의 기본계획”, 손봉세, 2006.4.

〈표 4〉 초고층 건축물의 소방방재시스템 기본계획 수립을 위한 주요 내용

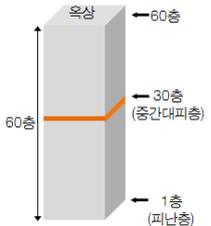
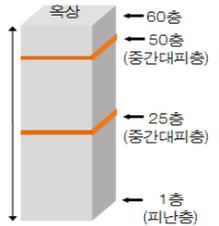
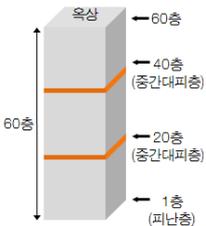
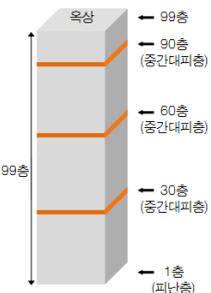
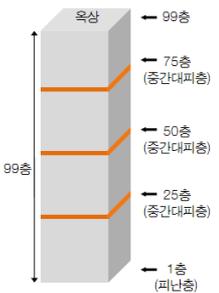
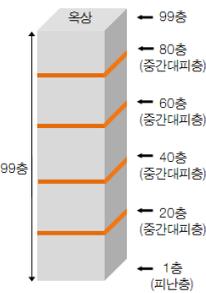
구분	주요 내용	비고
①일반사항	<ul style="list-style-type: none"> 설계자·시공자, 관리자·소유자·세입자 및 소방대 등 대상 건축물의 관련자 비상준비계획 및 대피훈련, 건축물 검사 및 테스트 계획, 인접건물의 근접성, 접근성에 대한 고려(접근 제한으로 건물안전 확보), 건물 제어 시스템, 내진설계 등에 대한 기본계획 수립 	
②피난 및 탈출경로 확보	<ul style="list-style-type: none"> 피난안전구역 설치 및 주요 피난시설 강화 중간 대피층, 층별 비상구 및 계단, 전실 및 계단 가압, 표시, 교육훈련 	〈제3장〉
③화재안전시스템 강화	<ul style="list-style-type: none"> 주요 소방시설의 강화 자동식 스프링클러시스템, 급수시스템, 경보시스템, 화재·연기감지 및 제어시스템, 소화용수설비, 비상전원시스템, 통신시스템, 통합자동 관리시스템, 가연성물질의 관리, 외벽구조 등의 강화 건축물 재료(고강도 콘크리트)의 구조적 보강조치 	〈제4장〉
④폭발안전	<ul style="list-style-type: none"> 폭발에 의한 잠재적 피해의 최소화 대책 수립 인접시설, 건물의 위치, 주차공간에 대한 감지시스템, 하역장과 우편물 처리장, 주요 비상장비 및 에너지 공급원 보호 	
⑤생화학 무기 등 테러에 대한 고려	<ul style="list-style-type: none"> 건축물의 공기 흡입·조절·검출시스템의 안전 확보 공기흡입그릴, 공기조화시스템, 공기상태검출시스템 	
⑥재난관리종합 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 3D 실내공간정보를 활용한 건축물 재난관리종합시스템 구축 재난대응시스템, 재난·테러 및 안전 정보관리시스템, 그 밖에 관리주체가 필요로 하는 사항 	〈제5장〉
⑦제도적 개선	<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물에 대한 「건축법」 및 「소방법」 관련 제도개선 <ul style="list-style-type: none"> 「건축법」, 「소방기본법」, 「소방시설공사업법」, 「소방시설설치유지 및 안전관리에관한법률」 등 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법안(2009.3.31)」 입법 추진 <ul style="list-style-type: none"> 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 동년 10월 법사위원회 심사 및 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행 예정 	

참고 : “초고층건축물 소방방재시스템의 기본계획”, 순봉세, 2006.4.(일부 내용 추가),
 “NFPA 101 Life Safety Code”, National Fire Protection Association, 2000.

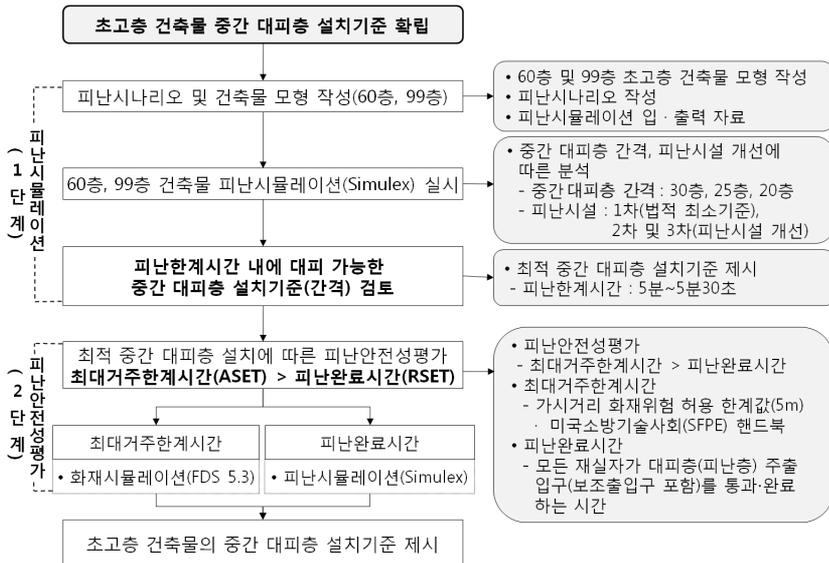
2) 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립

(1) 기본 방향

- 현행 「건축법」 시행령 제34조제3항에서 최대 30개 층마다 설치하도록 되어 있는 중간 대피층을 건축물의 높이 및 바닥면적에 따라 가장 적절한 간격의 중간 대피층 설치기준 제시
 - 60층과 99층 초고층 건축물에 대하여 피난시물레이션 및 화재시물레이션 분석을 통한 피난안전성평가를 실시

<p>60층 (바닥면적 =5,600㎡ (70m×80m))</p>			
<p>99층 (바닥면적 =10,000㎡ (100m×100m))</p>			
	<p><중간 대피층 간격 30층> (법적 최대 기준)</p>	<p><중간 대피층 간격 25층></p>	<p><중간 대피층 간격 20층></p>

〈그림 9〉 중간 대피층 간격에 따른 60층 및 99층 초고층 건축물 모형



〈그림 10〉 중간 대피층 설치기준 확립을 위한 주요 업무 프로세스

(2) 분석 방법

○ 1단계(피난시물레이션 분석)

- 피난시물레이션 분석을 통하여 피난한계시간(5분~5분30초)¹³⁾ 내에 재실자들의 피난완료가 가능한 중간 대피층 설치기준(간격) 검토
 - 중간 대피층이 지상층으로부터 30층, 25층, 20층 간격으로 설치된 60층 초고층 건축물에 대하여 주요 피난시설 개선에 따른 1차, 2차, 3차 피난시물레이션 분석 실시

〈표 5〉 60층 초고층 건축물의 1·2·3차 피난시물레이션 분석을 위한 기본 내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설		1차 분석 (법적 최소기준)		2차 분석 (피난계단 폭 및 출입구 유효 폭 확대)		3차 분석 (피난계단 수 증가)	
			60	99	60	99	60	99
30층,	•직통 계단	개소	2개소					
		보행거리	50m(이하)					
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.2m	1.6m	1.6m	1.6m	1.6m
		출입구의 유효폭	0.9m	0.9m	1.2m	1.2m	1.2m	1.2m
25층,	•피난 계단	개소	2개소 ^{주1)}	4개소 ^{주1)}	2개소	4개소	4개소 ^{주2)}	8개소 ^{주2)}
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.2m	1.6m	1.6m	1.6m	1.6m
20층	•복도의 넓이	출입구의 유효 폭	0.9m	0.9m	1.2m	1.2m	1.2m	1.2m
		•복도의 넓이	2.4m					
		•건축물의 바깥쪽에서의 출구 (1층 주출입구)	33.6m ^{주3)}	60m ^{주3)}	33.6m	60m	33.6m	60m

주1 : 총 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 2,000㎡ 이내마다 1개소의 피난계단 설치(「건축법」 시행령 제35조제5항)

주2 : 총 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개소씩 피난계단을 추가 설치하여, 당초 2개소에서 4개소로 수정

주3 : 출구의 기준 = (바닥면적이 최대인 층의 바닥면적(㎡)/100㎡) × 0.6m 이상
 - 피난층에 설치하는 옥외로의 출구의 유효너비의 합계(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제11조 제4항)

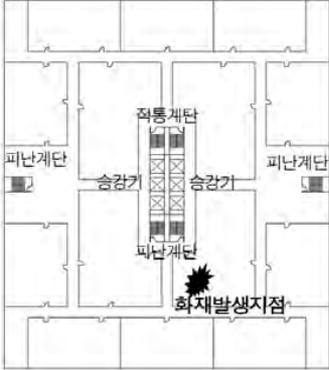
13) “초고층 건축물의 ‘대피층’ 및 ‘대피공간’ 개념도입방안”, 최재필 외, 2005.11.,

“Concept in building fire safety”, Egan, M., 1986.

- 피난한계시간 : 고층건물에서 지상층을 통해 아래로 피난하는 과정에서 5분 이상 피난시간이 지연되게 되면, 피난자는 통상적으로 신체적 피로를 느끼게 되는데, 이를 피난한계시간으로 정함.

○2단계(피난안전성평가)

-1단계에서 제시된 중간 대피층 간격(25층)이 가장 적절한 60층 및 99층 초고층 건축물에 대하여 화재 및 피난 시뮬레이션 분석을 실시하고, 재실자의 최대거주한계시간과 피난완료시간을 비교·평가함.

화재시나리오	층수	피난시나리오
<p>•화재발생위치 : 38층</p> 	60층	<p>•재실자들의 피난상황 -38층 화재발생 시 38층 이상의 재실자는 50층 및 옥상으로 피난(38층에서 60층까지의 거주한계시간 측정) · 38층 아래의 재실자는 25층과 1층으로 피난</p> 
<p>•화재발생위치 : 88층</p> 	99층	<p>•재실자들의 피난상황 -88층에서 화재발생 시 각 층의 재실자는 가까운 출구로 피난 · 88층~99층까지의 층별 거주한계시간 측정</p> 
<p>•화재발생원인</p>	<p>•방화 혹은 부주의 : 객실 내 소파(침대) 화재</p>	
<p>•발화원</p>	<p>•폴리우레탄(Polyurethane)</p>	
<p>•방화문</p>	<p>•비상구 방화문이 닫힌 상태</p>	
<p>•간이스프링클러</p>	<p>•스프링클러의 영향은 화재시뮬레이션(FDS)에서 제외(미작동)</p>	
<p>•기류영향</p>	<p>•화재발생 전 기류영향이 없음</p>	

<그림 11> 60층 및 99층 초고층 건축물의 화재 및 피난 시나리오

(3) 분석 결과 : 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준 확립

◆ 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준

- 현행 「건축법」상 초고층 건축물의 중간 대피층은 지상층으로부터 최대 25개 층마다 설치함.
 - 동시에, 층 바닥면적(예 : 5,000㎡ 이상)에 따라 피난계단을 추가하며, 각 출입구 폭(계단출입구, 1층 및 중간 대피층 출입구)도 법적 최소기준보다 30% 이상 확대할 필요가 있음.
 - 또한, 층 바닥면적이 일정기준 이상이거나(예 : 10,000㎡ 이상) 유동인구가 많은 경우에는 최대 20층 간격의 중간 대피층 설치를 고려할 수 있음.

○ 1단계 피난시물레이션 분석 결과

- 지상층으로부터 최대 20~25개 층마다 중간 대피층(피난안전구역) 설치 시 피난한계시간(5분~5분30초)을 만족
- 60층 및 99층 초고층 건축물의 3차 피난시물레이션 분석 결과, 최종 피난완료시간은 평균 5분 29초(329초)¹⁴⁾로 나타남. 이 시간은 재실자들이 피로를 느끼지 않고 피난할 수 있는 시간인 피난한계시간을 만족함.

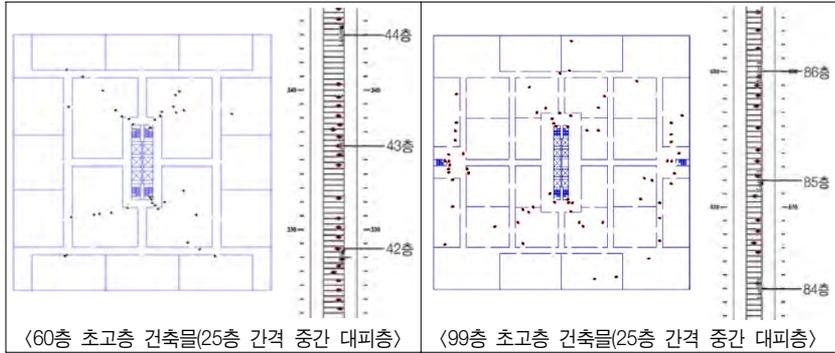
〈표 6〉 60층 및 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간의 종합 비교

중간 대피층 간격	피난시물레이션 분석	최종 피난완료시간		비고
		60층 초고층 건축물	99층 초고층 건축물	
30층	1차	8분 30초(510초)	10분 43초(643초)	• 피난한계시간(5분~5분30초)을 상당히 초과
	2차	8분 5초(485초)	10분 22초(622초)	
	3차	6분 26초(386초)	7분 4초(424초)	
25층	1차	7분 27초(447초)	9분 31초(571초)	• 피난한계시간을 상당히 초과
	2차	7분 10초(430초)	9분 14초(554초)	
	3차	5분 26초(326초)	5분 33초(333초)	
20층	1차	5분 59초(359초)	8분 2초(482초)	• 60층 초고층 건축물 경우에 만 피난한계시간 에 근접
	2차	5분 35초(335초)	7분 35초(455초)	
	3차	4분 35초(275초)	4분 47초(287초)	

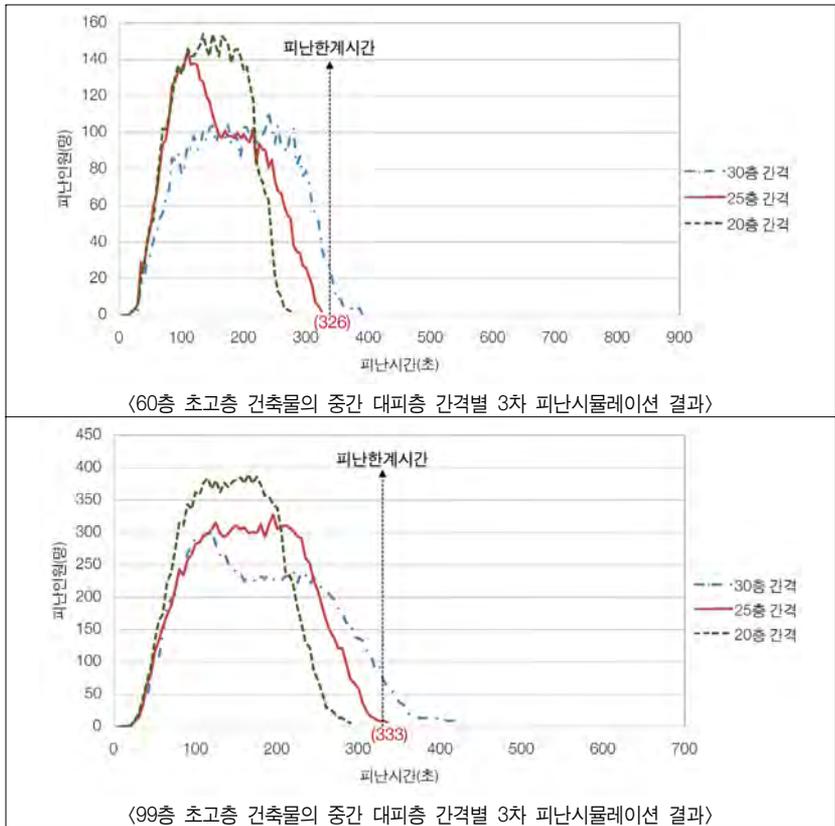
참고 :

- 1차 분석 : 주요 피난시설의 법적 최소 기준 적용(계단 폭 1.2m, 출입구 0.9m)
- 2차 분석 : 계단 폭 1.6m, 계단출입구의 폭 1.2m
- 3차 분석 : 피난계단 추가(계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m)

14) 5분 29초(329초) = (5분 26초(326초) + 5분 33초(333초)) ÷ 2



〈그림 12〉 피난시뮬레이션 분석 사례



〈그림 13〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포

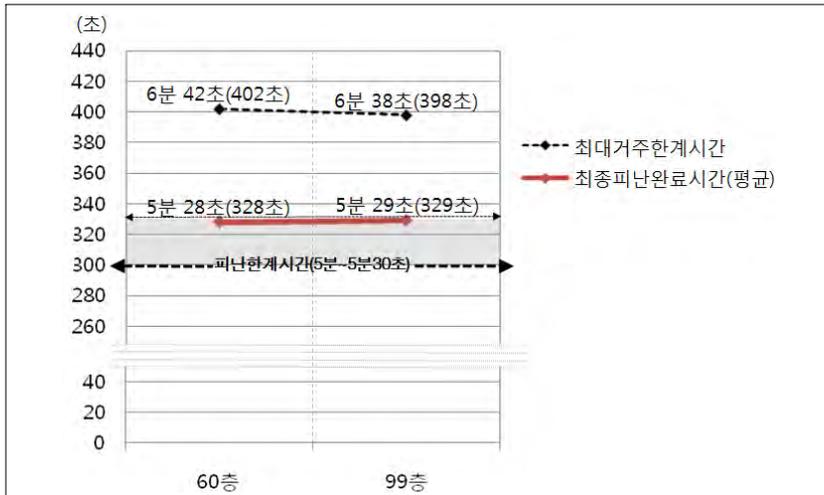
○2단계 화재위험성 검증을 위한 피난안전성평가의 최종 분석 결과

- 중간 대피층을 지상층으로부터 최대 25개 층마다 설치 시, 재실자의 최종 피난완료시간(평균 5분 28초 ~ 5분 29초)은 최대거주한계시간(6분 38초 ~ 6분 42초)보다 작아 피난안전성이 확보됨.
- 중간 대피층을 최대 30개 층마다 설치할 경우에는 재실자의 최종 피난 완료시간(6분 26초 ~ 10분 43초)이 피난한계시간을 초과함.

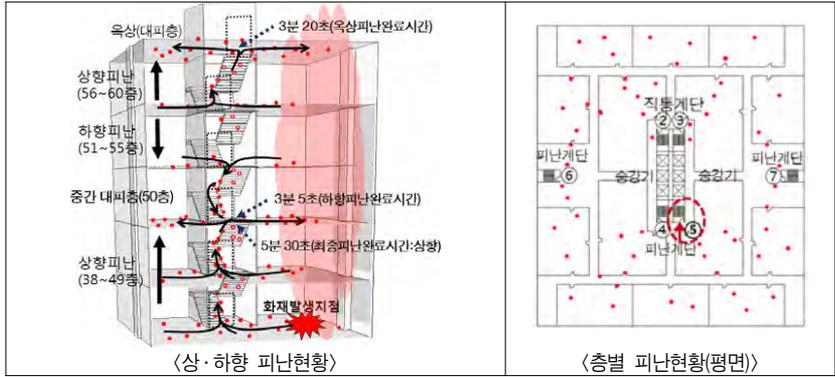
〈표 7〉 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간 및 최종 피난완료시간

중간 대피층 간격	층수	최대거주한계시간	최종 피난완료시간(평균) ^{주1)}	비고
25층	60층	6분 42초(402초)	5분 28초(328초) •5분 26초(326초) ^{주2)} ~ 5분 30초(330초) ^{주3)}	• 피난한계 시간(5분~5분30초) 내에 포함
	99층	6분 38초(398초)	5분 29초(329초) •5분 25초(325초) ^{주4)} ~ 5분 33초(333초) ^{주5)}	

- 주1 : 평균시간은 중간 대피층 간격이 25층 경우의 3차 분석에 대한 최종 피난완료시간의 평균임.
 주2 : 〈표 6〉에서 60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격이 25층일 경우의 3차분석
 주3 : 〈표 3-27〉에서 60층 초고층 건축물의 최종피난완료시간(중간 대피층 간격이 25층일 경우)
 주4 : 〈표 3-28〉에서 99층 초고층 건축물의 최종피난완료시간(중간 대피층 간격이 25층일 경우)
 주5 : 〈표 6〉에서 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격이 25층일 경우의 3차분석

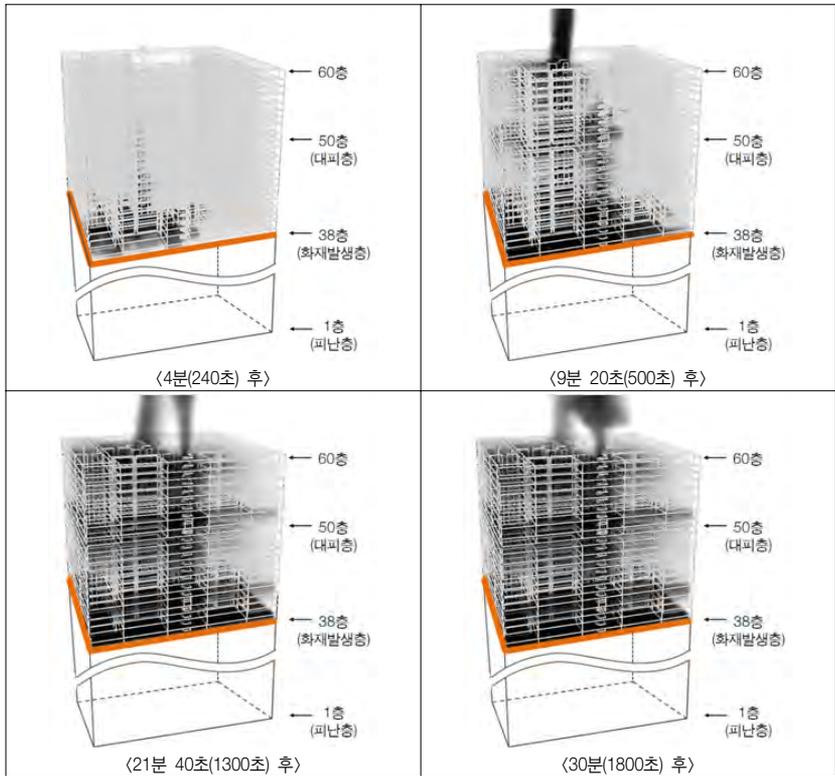


〈그림 14〉 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간과 최종 피난완료시간 및 피난한계시간 비교(피난안전성평가)



참고 : 최종 피난지점은 50층의 중간 대피층 ⑥번 피난계단이며, 그때의 최종 피난완료시간은 5분 30초로 나타남.

<그림 15> 60층 초고층 건축물의 재실자 피난현황



<그림 16> 60층 건축물의 시간별 연기확산 형상

3) 초고층 건축물의 화재안전시스템 강화

(1) 초고층 건축물의 소방시설 강화

① 현행 소방법상의 문제점

○ 초고층 주거시설과 주상복합건물 등 초고층 건축물은 특정소방대상물에 포함되나, 소방시설에는 일반 고층 건축물의 소방시설 설치 관련 법 규정이 적용되고 있음.

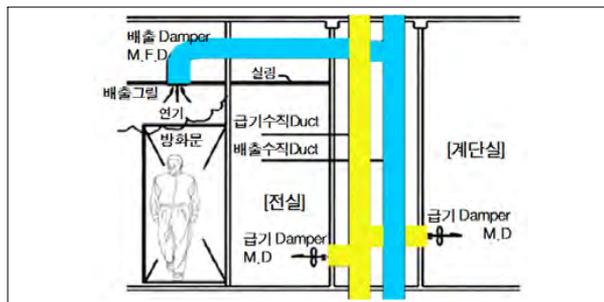
– 화재발생 시, 인명안전에 결정적 역할을 하는 설계요소인 배연창과 배연설비 등 제연관련 규정은 공학적 분석과 성능평가를 통한 제도적 보완이 필요함.

② 주요 소방시설 강화방안

○ 초고층 건축물의 화재안전시스템 강화를 위해서는 중간 대피층(피난안전구역), 피난시설(특별피난계단, 옥상광장 등)의 확보와 더불어 소방시설에 대한 기능 강화가 필요함.

– 특히, 소방시설 강화를 위해서는 관련 소방법 및 소방시설에 대한 국가 화재안전기준(NFSC)의 개선이 요구됨.

- 소화수원(옥내소화전설비, 자동스프링클러 등), 제연설비, 소방대원의 통신시스템, 소방대원용 엘리베이터, 비상발전기, 비상탈출 및 탈출보호설비, 화재봉쇄기능, 소방명령체계 및 통제센터 등



참고 : “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

(그림 17) 계단실 및 부속실 동시 가압(제연설비)

〈표 8〉 초고층 건축물의 주요 소방시설 강화방안

소방시설	강화방안
•소화수원(소화설비) -옥내소화전설비, 스프링클러설비	•소방대원이 현장에 도착하여 빌딩 내의 인원을 모두 피난시키고, 완전한 화재진압을 위해 최소 1시간 정도까지 급수할 수 있도록 수원의 용량증대 필요 -급수방식은 신뢰도가 높은 자연낙하방식을 이용
•자동화재탐지설비 (경보설비)	•화재감지기는 아날로그 주소(address)형 감지기를 설치 -경보방식은 자동화재탐지설비 설비구역, 스프링클러설비의 방호구역 등 경보 구역별 경보방식을 할 수 있도록 규정개선이 필요
•제연설비 (소화활동설비)	•배연창을 대신한 배연설비 -배연창은 기계식 배연설비를 설치하되, 샌드위치 가압방식이 필요함(사례 : 잠실 L 빌딩) •특별피난계단용 제연설비(〈그림 17〉) -구간별로 급기하는 방향을 도입하고 신뢰성 향상을 위하여 계단실과 전실의 동시가압방식을 적용함 ¹⁵⁾ .
•무선통신보조설비 (소화활동설비)	•30층 이상의 건축물에서는 무선통신이 곤란하게 되므로, 30층 이상에는 무선통신보조설비를 추가 설치하여 소방대원의 원활한 무선통신이 가능하도록 함.
•피난유도선의 추가설치 (피난설비)	•화재발생 시에 재실자의 신속한 피난을 위하여 계단, 주요피난통로, 복도 등의 바닥면에 피난유도선을 추가로 설치함.

〈표 9〉 「소방시설설치유지및안전관리에관한법률」상 고층 건축물에 필요한 주요 소방시설

소방시설의 종류		설치 대상
대분류	소분류	
소화설비	옥내소화전설비	•층수가 4층 이상인 층 중 바닥면적이 600㎡ 이상인 층이 있는 것은 전 층
	스프링클러설비	•층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 전 층
경보설비	비상방송설비	•지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 것
	자동화재탐지설비	•연면적 600㎡ 이상 복합건축물 등(근린생활시설 등)
피난설비	인명구조기구	•지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 관광호텔 및 5층 이상인 병원
	피난유도등· 통로유도등 및 유도표시	•특정소방대상물(지하구 및 지하가 중 터널을 제외함.)
	비상조명등	•지하층을 포함하는 층수가 5층 이상인 건축물로서 연면적 3천㎡ 이상인 것
소화활동 설비	제연설비	•특정소방대상물(갯복도형 아파트 제외)에 부설된 특별피난계단 또는 비상용 승강기의 승강장
	연결송수관설비	•지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 것
	비상콘센트설비	•지하층을 포함하는 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 11층 이상의 층
	무선통신보조설비	•지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천㎡ 이상인 것 •지하층의 바닥면적의 합계가 3천㎡ 이상인 것 또는 지하층의 층수가 3개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 것은 지하층의 전 층

참고 : “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.(원본의 일부 내용을 추가하여 재작성하였음)
- 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉

15) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

③ 기타 피난시설 강화

○엘리베이터를 이용한 피난대책

-현재 화재발생 시 피난용으로는 엘리베이터의 사용이 금지되고 있으나, 초고층 건축물의 경우에는 추가 방호설계를 적용한 고속 승객용 엘리베이터를 피난에 사용할 수 있도록 조치함.

- 피난에 활용되는 엘리베이터는 승강장의 별도 방화구획, 피스톤효과에 견딜 수 있는 문 설치, 방수조치, 비상전원 공급, 승강로 안전 확인 설비 등 추가적 안전조치가 필요함.

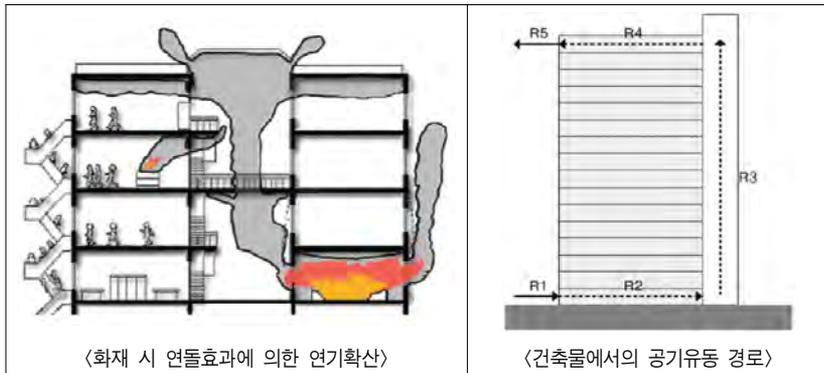
○소방대원 전용 계단의 배치

-화재발생 시, 소방대원들의 신속한 진입과 소화활동을 위하여 일반인들이 사용하지 않는 소방대원 전용 계단의 설치

○피난복도 및 피난발코니 설치

-특별피난계단 이외에 각 층의 네 귀퉁이에 피난발코니 및 피난계단을 설치하여 2방향 피난원칙을 적극적으로 유도함.

(2) 연돌효과 대책



참고 : “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.

〈그림 18〉 연돌효과

○ 건물 내로 유입되는 기류와 유입된 기류의 건물 내 유동을 차단함으로써 해결하는 건축적 개선방법과, 공조시스템¹⁶⁾을 이용하여 실내를 가압하는 설비적 개선방법 등이 있음.

〈표 10〉 연돌효과 대책

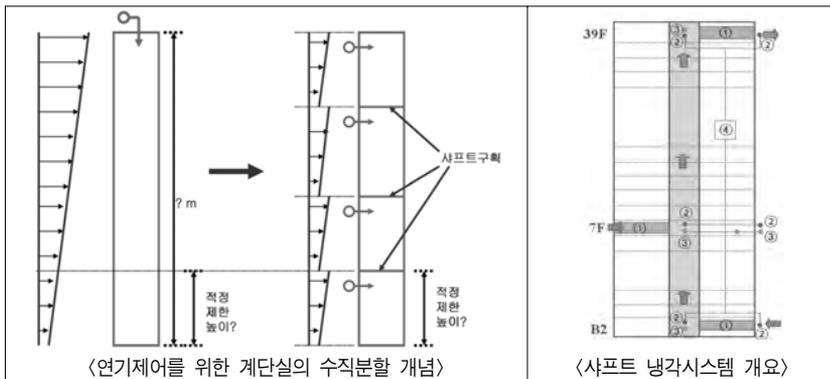
구분	주요 대책		세부 내용	
•건축적 대처방안	•건물 외피 기밀화를 통한 공기 유입과 유출을 차단	•기밀한 외피 설계 •건물 외피의 우수 시공	•공기 유입부의 공기유동 제한(R1 ^{주1)})	•출입구를 작게 설계 •출입구에 방풍실 설치 •출입문을 회전문으로 설치 •기타 출입구 sheltering
			•공기 유출부의 공기유동 제한(R5)	•건물 상층부에 개구부 설치 지양 •건물 상층부의 외피 기밀화 •건물 상층부의 창호 폐쇄 •건물 상층부 기계실의 기밀화
	•건물의 내부 구획을 통한 공기 유출을 억제	•공기 상승부의 공기 유동 제한	•층별 단위의 공기유동 제한(R2, R4) -벽 등의 내부 구획 기밀화 -전실문, 통로문 설치 •수직 통로의 공기유동 제한(R3) -엘리베이터, 계단실 수직 샤프트 조닝 -층 간 샤프트 구획의 기밀화	
•설비적 대처방안	•공조시스템의 활용 •엘리베이터 샤프트 냉각 시스템		•현관 및 로비부분 가압, 방풍실 내 송풍방열기(FCU) 설치, 현관 부분 에어커튼 설치, 밀폐 및 공조시스템 강화, 승강로 간 통풍구(Air Hole) 설치, Shaft 하부에 댐퍼 설치, 기계실 바닥 통풍구 설치, Shaft 내 공조시스템 채용, 액티브 소음 시스템 채용 등	

참고 : “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.

“고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

“고층건물에서의 연돌효과에 관한 연구”, 조재훈, 2002.7.

주1 : R1, R2, R3, R4, R5(건축물의 공기유동 경로)는 〈그림 18〉 참조



참고 : “안전한 피난로 확보를 위한 초고층 건물의 연기제어”, 여용주, 2008.

“고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

〈그림 19〉 연돌효과 대책

16) 공조(HVAC : Heat Ventilation Air Conditioning) : 가열된 공기를 통풍시키는 일종의 환기 방법

(3) 고강도 콘크리트의 내화성능 확보

① 폭렬 저감방안

○ 대한건축학회의 고강도 콘크리트 폭렬 저감방안

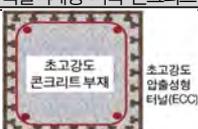
－① 표층부의 온도상승·온도구배 저감방안, ② 수증기압 저감 및 수분이동 용이화 방안, ③ 폭렬에 의한 콘크리트 비산방지방안, ④ 폭렬억제형 피복콘크리트 이용방안 등이 제시되고 있음.

- 각 방안은 상황에 따라 탄력적으로 이용하여야 하며, 고강도 콘크리트의 역학적 성장(열응력, 질량, 이동, 폭렬 등)을 고려하여 단점이 보완된 추가적 대책을 수립할 필요가 있음.

〈표 11〉 고강도 콘크리트의 폭렬 저감대책(◎ : 매우 우수, ○ : 우수, △ : 보통)

개념에 의한 분류	폭렬대책 방안			콘크리트 설계기준 압축강도별								
	사용 재료별 분류	공정	시공 방식	60MPa 이하			60~80MPa			80MPa 이상		
				시공성	내폭렬성	유지관리	시공성	내폭렬성	유지관리	시공성	내폭렬성	유지관리
표층부의 온도상승, 온도구배 저감	내화모르터	마감	습식	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
	내화보드	미장	건식	○	◎	○	○	○	○	○	△	○
	내화도료	마감	습식	○	△	○	-	-	-	-	-	-
수증기압 저감 수분이동 용이	합성 유기섬유	타설	습식	△	○	◎	△	○	◎	△	△	◎
폭렬에 의한 콘크리트 비산방지	메탈라스 보강	미장	습식	○	△	◎	○	△	◎	○	△	◎
폭렬억제형 피복 콘크리트 이용	압출성형 영구거푸집	타설	건습식	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

참고 : 「KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)」, 대한건축학회, 2007.8.

표층 온도상승 억제	내부 수증기압 저감	폭렬 비산 방지	폭렬억제형 피복 콘크리트
			
<ul style="list-style-type: none"> • 내화보드, 내화뿔칠, 내화도료, 내화모르터 	<ul style="list-style-type: none"> • 합성섬유 혼입 	<ul style="list-style-type: none"> • 와이어메쉬, 메탈라스, 강관 등 보강 	<ul style="list-style-type: none"> • 폭렬억제형 영구거푸집
<ul style="list-style-type: none"> • 내화성능 우수 • 추가 공경 필요 • 재료선정에 주의 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 박리, 박락, 내구성 등 • 단면두께 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 강도에 따른 검증 필요 • 가장 경제적인 공법 • 시공성 저하 고려 필요 • 화재발생 후 성능 저하 • 수열온도 제어는 곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • 단순히 비산방지 효과 • 내화성능 관리기준 대응 곤란 • 다른 공법과의 병용 	<ul style="list-style-type: none"> • 내화성능 우수 • 개발단계로 실적 없음 • 재료선정 및 생산방법 검증 필요

참고 : “초고강도 콘크리트 내화성능 확보 기술”, 롯데건설 기술연구원, 2009.7.30.

〈그림 20〉 고강도 콘크리트의 폭렬 저감대책

○ 국내 고강도 콘크리트의 폭발대책 공법 현황

- 국내 건설사들을 중심으로 설계기준강도 40~100MPa인 고강도 콘크리트를 대상으로 폭발대책공법의 연구 및 실용화가 진행 중임.
- 주요 폭발대책 공법은 섬유혼입공법, 내화보드부착공법, 내화모르타르 내화피복공법 등임.

〈표 12〉 국내 건설사의 고강도 콘크리트 폭발대책 공법

건설사	설계강도	공법	공법 개요
(주)포스코 건설	40~100 MPa	•FFR 내화보드 부착공법	•PFB(Posco E&C Fire Board) 공법은 외부에서 열을 차단하는 공법으로 신축 및 기존건축물에 적용 가능 •PFR보드는 알루미늄실리케이트계 내화보드를 내화접착제로 구조체에 부착 •건축부재의 내화시험(KS F 2257-1) 실시 → 주근온도를 300℃ 이하로 제어
삼성물산(주) 건설부문	80MPa	•PP(폴리프로필렌) 섬유 혼입공법	•콘크리트에 PP섬유를 혼입하여 폭발을 방지 •사전에 섬유혼입 고강도의 콘크리트의 폭발시험을 실시함 •서초 프로젝트 현장 적용
두산산업개발(주)	40MPa	•PP(폴리프로필렌) 섬유혼입 및 메탈라스 구속공법	•콘크리트에 PP섬유를 혼입하여 폭발저감 및 메탈라스 구속 횡변형 제어 •건설교통부 신기술 제454호 획득 •부산 수영만 주상복합 건축물에 현장 적용
GS건설	50~100 MPa	•섬유혼입공법 (Fiber Cocktail)	•강섬유와 PP(폴리프로필렌)섬유를 혼입하여 사용하는 섬유혼입공법(Fiber Cocktail) •60MPa 보 부재 및 80MPa 기둥부재 내화시험을 통한 폭발저감 및 내화성능 확인
대림산업(주) 건설부문	60~80MPa	•ECC(고인성 콘크리트) 영구거푸집 공법	•ECC 시멘트 복합체를 영구거푸집으로 활용하여 고강도 콘크리트의 내화공법 •내화시험을 통한 내화성능 확인
PNR 건설	60~80MPa	•ECC(고인성 콘크리트) 내화모르타르의 내화피복공법	•고인성내화모르타르의 내화피복공법(신설 및 보수공법) •일본 공개내화시험을 통하여 우수한 내화성능 확인 •일본 HIDA터널(일본 제2 장대터널)의 내화재료로 선정

참고 : “고강도 콘크리트의 폭발대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.



참고 : “고강도 콘크리트의 폭발대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.

〈그림 21〉 국내 고강도 콘크리트의 폭발대책 공법 현황

② 향후 추진과제

- 고강도 콘크리트 내화성능 평가기준 온도의 체계적 관리
 - 국내에서는 새로운 온도기준을 설정하지 않고 기존의 강구조 내화성능 규정과 동일한 평가기준(평균 538℃, 최고 649℃ 이하)을 채택하고 있으며, 이는 미국의 강구조 내화규정과 유사함.
 - 비재하가열 시 온도 판정기준은 일본의 경우 지진 피해를 고려하여 500℃ 이하로 낮게 정하고 있음. 추후, 우리나라도 이러한 상황을 고려하여 온도기준의 재평가 및 체계적 관리가 필요함¹⁷⁾.
- 60MPa 이하의 콘크리트에 대하여 철저한 내화성능 확인
 - 설계기준강도가 60MPa 이하인 경우, 시험을 생략하고 구조기술사의 책임하에 고강도 콘크리트를 타설할 수 있으나¹⁸⁾, 구조보강 내용 및 구조기술사의 평가방법이 구체적이지 않음.
 - 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」 제4조(내화성능기준)에서 규정한 바와 같이 구조기술사의 책임하에 제4조의 규정과 동등한 수준의 내화성능이 확보됨을 확인할 수 있는 경우, 시험을 생략할 수 있는 규정 등 구체적 확인방법 제시가 필요함.
- 고강도 콘크리트의 내화성능설계 기법의 규정
 - 콘크리트의 내화성능설계를 위해서는 폭렬에 대한 대책이 선결되어야 하며, 스프링클러 등과 연계된 체계적인 성능설계의 도입이 필요함.
 - 폭렬대책의 검토와 아울러, 화재안전설계를 위한 소방법과 건축법의 상호보완을 토대로 콘크리트의 성능설계기법에 대한 규정이 요구됨.

17) “고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준 해설”, 이세현·김대희·최동호, 2008.9.

18) 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」 제8조(내화성능 관리) 제1항, 국토해양부 고시 제2008-334호

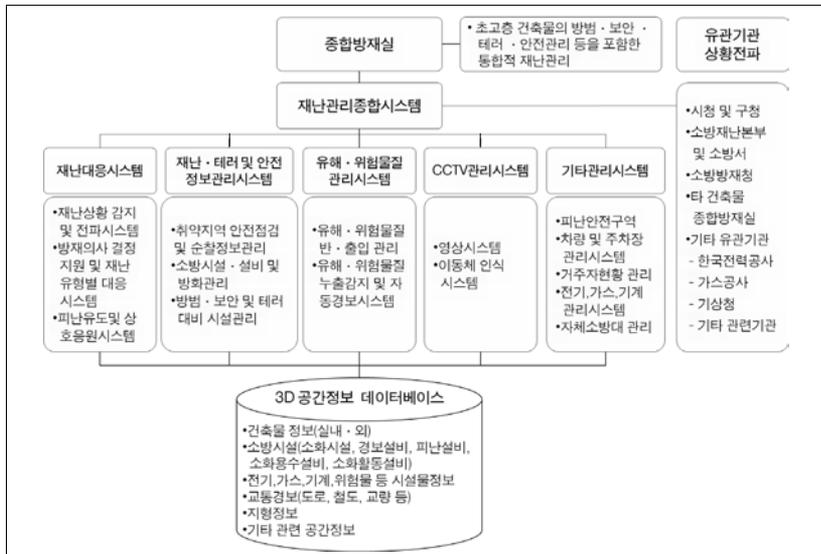
4) 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축방안

(1) 관련 법령

○ 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법¹⁹⁾」 제16조, 제17조, 제19조

– 초고층 건축물의 통합적 재난관리를 위해서는 종합방재실을 설치(제16조)하고 재난관리종합시스템을 구축(제17조)하며, 유해위험물질에 대한 관리시스템(제19조) 등을 정비하여야 함.

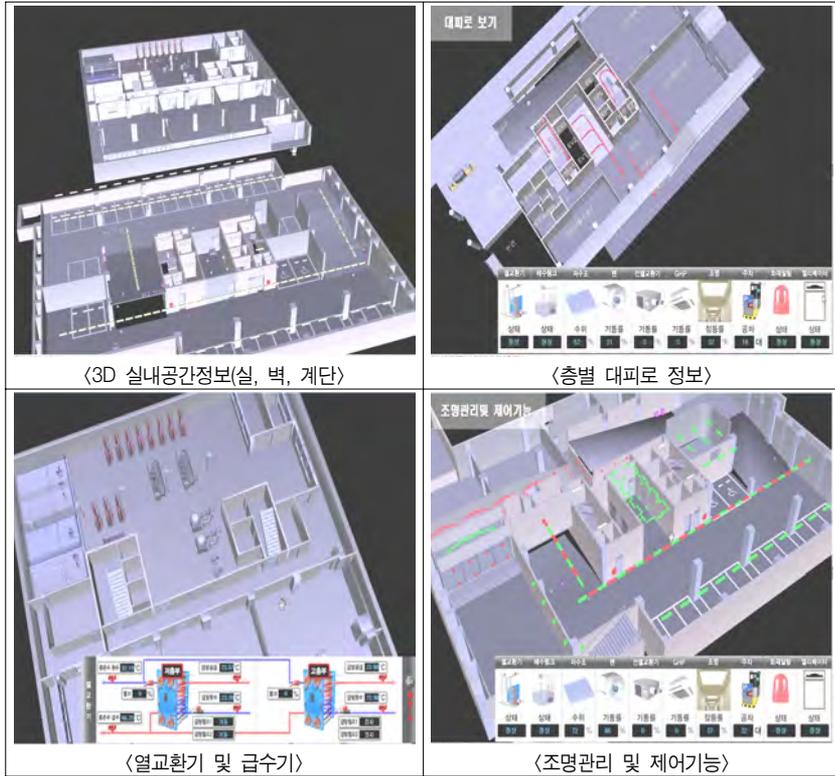
- 화재진압, 피난계획 등 초고층 건축물의 종합적인 재난관리를 위해서는 건축물 외곽뿐만 아니라 실내의 방, 벽, 계단, 천정, 가구 등 실내구조물의 3차원(3D) 실내공간정보 데이터베이스 구축이 필수적임.



참조 : 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법(안)」 제16조, 제17조, 제19조

〈그림 22〉 초고층 건축물의 재난관리종합시스템(안) 개요

19) 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과, 같은 해 10월 국회 법사위원회 심사와 12월 국회 본회의의 의결 및 공포를 거쳐 시행될 예정



자료제공 : (주)한국공간정보통신(IntraMap3D), 2010.

〈그림 23〉 3D 실내공간정보 구축 사례(대피로, 열교환기·급수기, 조명)

(2) 국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황 및 향후 추진과제

① 국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황

- 국내 지능형국토정보기술혁신사업단²⁰⁾의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발 현황(4핵심 2세부과제, 2007~2011)
 - 건축물의 3차원(3D) 실내공간정보를 효과적으로 구축하여 사용자에게 다양한 정보 및 서비스 제공을 목표로 하고 있으며, 도시계획, 도시행정, 도시환경, 도로교통, 재난재해, 공공서비스 등이 주요 활용분야임.

20) 지능형국토정보기술혁신사업단은 「제3차 국가지리정보체계기본계획(2006~2010)」 중 국토해양부 3단계 국가공간정보사업의 R&D 사업(2006~2012)을 추진하고 있음.

〈표 13〉 지능형 국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발 연구

과제명	구분	목표	연구 범위	추진 기관
실내공간정보 구축 및 활용기술 개발 (4핵심 2세부 과제) (2007~2011)	제1세세부	•실내공간DB 모델 및 관리 기술	•실내공간데이터 이론 및 모델 •실내공간데이터 관리시스템 개발 •실내공간정보 응용시스템 개발 환경	•부산대학교
	제2세세부	•건설도면활용 실내 공간DB 구축 기술	•실내공간DB 구축 -작고 편리한 구축도구 개발 -기존 건축CAD도면 최대한 활용 •이동체 위치 실시간 입력	•연세대학교
	제3세세부	•실내공간정보 활용 기술 및 테스트베드 구축	•u-Convention 기반 활용 시스템 기술 •실내 Geo-Portal 서비스 기술 •테스트베드 구축	•KT 미래기술 연구소

참고 : “4핵심 2세부 : 실내 공간 정보 구축 및 활용 기술개발(과제 개요 및 진행 상황)”, 지능형국토정보기술혁신사업단, 2009.

○국의 실내공간정보 구축 기술개발 현황

〈표 14〉 CityGML 및 구글어스 API

구분	세부 내용
•CityGML 모델	•3차원 도시모델의 저장과 교환을 위한 개방형 데이터 모델로 XML 기반 포맷 -도시 및 지역 모델의 지리정보요소에 대한 객체와 객체들의 관계를 3차원 기하, 3차원 위상, 의미 및 표현 등의 속성들로 정의 · 건축물을 표현하기 위하여 5단계의 LOD(Level of Detail, 세밀도)를 제공하며(LOD 0 ~ LOD 4), LoD 4단계에서는 실내의 공간객체 및 객체 간 위상정보를 내포하고 있음.
•구글어스 API (Google Earth Application Programming Interface)	•최신판 구글어스 SketchUp은 건축물의 고화질 3D 렌더링(rendering) ²¹⁾ 을 KML ²²⁾ 이나 KMZ ²³⁾ 파일로 작성하여 구글어스에 중첩·표시하고 다른 사용자와 공유할 수 있도록 함. -구현방법으로는 COLLADA라는 3차원 모델개발도구를 이용하여 실내구조가 있는 건 축물을 모델링한 후 KML형식으로 바꾸고, 이것을 구글어스 API를 통해 구글어스상에 표현 ²⁴⁾

21) 렌더링(rendering) : 2차원의 화상에 광원·위치·색상 등 외부정보를 고려하여 사실감을 붙여 넣어 3차원 화상을 만드는 과정

22) KML(Keyhole Markup Language) 파일 : 구글어스 파일형식으로, OGC(Open Geospatial Consortium)의 표준으로 채택됨.

23) KMZ 파일 : KML파일의 압축 버전

24) “GoogleEarth상 실내 공간 구현 및 실내 이동객체 실시간 가시화”, 문찬승·송용수·이기준, 2009.

〈표 15〉 CityGML 모델의 LOD(Level of Detail) 5단계

LOD (모델 수준)	모델 스케일	주요 내용	비고
LOD 0	•regional, landscape	•2.5차원 DTM 모델 - 2차원 ~ 2.5차원의 DTM(Digital Terrain Model)을 의미하며 항공사진이나 지도가 중첩될 수 있음.	
LOD 1	•city, region	•“block model(지붕구조)” - 일반적으로 활용되는 박스형태의 모델로 지붕구조와 텍스처가 없는 형태	
LOD 2	•city districts, projects	•textured, differentiated 지붕구조 - 서로 다른 지붕구조와 텍스처를 표현하며 식생에 대한 객체도 표현할 수 있음(벽, 지붕, 지표면).	
LOD 3	•architectural model(out-side), landmark	•detailed architecture model - 구조적인 모델로써 벽체와 지붕 구조, 발코니 등을 포함한 형태(출입구, 문, 창문)	
LOD 4	•architectural model(Interior)	•“walkable” architecture model - LOD 3의 모델을 기준으로 방, 문, 계단, 가구 등의 실내 인테리어 구조를 표현한 형태	

참고 : 「OpenGIS City Geography Markup Language(City GML) Encoding Standard」, Open Geospatial Consortium Inc., 2008.8.20.(source : Albert et al, 2003)

② 향후 과제

○ BIM/IFC²⁵⁾와 GIS/CityGML 간의 정보모델 변환²⁶⁾

- BIM으로부터 IFC파일²⁷⁾을 생성하고, 이를 바탕으로 CityGML의 LOD (LOD 0 ~ LOD 4)에 따른 건축물 모델을 표현할 수 있는 형상자료를 추출함.

25) BIM/IFC : Building Information Modelling/Industry Foundation Classes

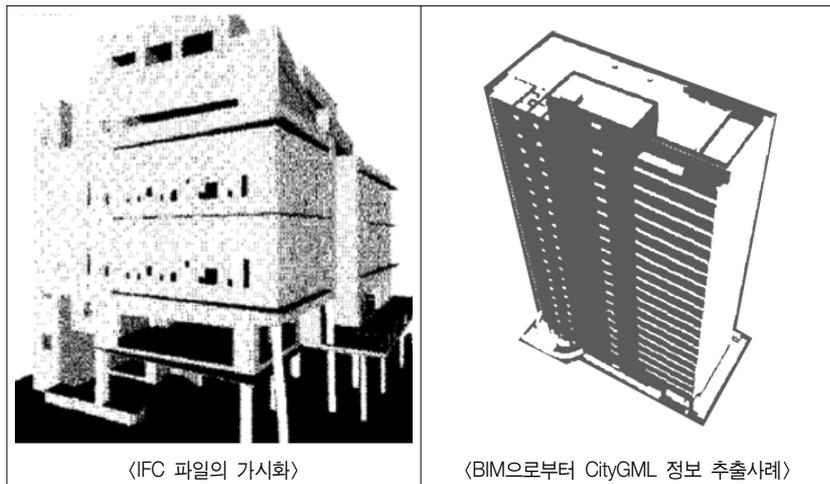
26) “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

27) BIM용 프로그램들은 국제표준데이터모델인 IFC 데이터를 읽고 저장하는 기능을 지원함.

〈표 16〉 IFC에서 CityGML로 변환되는 건축물모델 정보

CityGML 건축물모델 수준(표 14)		IFC로부터 추출되는 정보	용도
LOD 0	•2.5차원 DTM 모델	•TIN(Triangulated Irregular Network), Grids, 3D Breaklines, 3D Mass Points 등	•Regional model
LOD 1	•지붕모델이 없는 블록모델	•건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 입면 정보를 추출하고, 이로부터 2.5차원의 입체를 구성	•City/Site model로 도시계획 및 설계, 외부공간표현, 내비게이션 등에 활용
LOD 2	•지붕모델을 갖는 건물모델	•건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 개별 입면, 지붕에 관한 면, 바닥면 등의 정보로 3차원 입체를 구성	
LOD 3	•상세한 건축외형모델	•Level 2의 정보에 창문, 문과 같은 개구부를 감안한 건물의 입체정보 구현	•Level 2의 용도이외에 도시경관 검토 등에 활용
	Level 3+ (본 연구의 분류)	•건물의 모든 물리적 구성요소(빌딩, 지붕, 슬라브, 벽체, 보, 기둥, 창문 등에 대한 3차원 입체 구성	•건물의 구조체에 대한 정보를 제공하므로 방재 등에 활용
LOD 4	•실내정보를 갖는 건물모델	•Level 3의 정보 이외에 내부벽체, 슬라브, 천정, 실내공간(실, 가구)의 건축적 구성요소를 표현	•건축 실내공간의 표현 및 관리에 응용
	Level 4+ (본 연구의 분류)	•Level 3+에 엔지니어링 도면(건축, 구조, 설비, 시공, 유지관리 등)에 대한 상세도와 연계	•건물정보에 대한 통합관리 가능

참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.



참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

〈그림 24〉 BIM으로부터 CityGML 정보 추출사례

II. 정책건의

1. 초고층 건축물의 피난안전성 확보를 위한 중간 대피층 설치기준 개선

- 현행 「건축법」의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준을 지상으로부터 최대 25개 층마다 설치하도록 개선할 필요가 있음.
 - － 최대 25개 층마다 설치할 경우에는 재실자의 피난안전성이 확보되고, 최종 피난완료시간이 피난한계시간(5분~5분30초) 범위를 만족함.
 - 최대 30개 층마다 설치할 경우에는 재실자의 피난완료시간이 피난한계시간을 초과함. 또한, 50층 이하 고층 건축물에 대한 중간 대피층 설치기준도 제정되어야 함.

2. 「소방시설공사업법」의 성능위주설계 소방대상물 확대 및 「건축법」의 건축물 구조에 대한 성능위주설계 도입

- 현재 「소방시설공사업법」의 성능위주설계 소방대상물에서 제외되어 있는 아파트, 복합건축물 등을 대상물에 포함시켜 초고층 건축물의 화재안전성을 적극적으로 확보함.
 - － 초고층 건축물은 관련 법규의 일률적 기준만으로는 충분한 안전을 확보할 수 없음. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 「소방시설공사업법」과 마찬가지로 「건축법」에도 성능위주설계를 도입하여 건축물 구조에 대한 확실한 안전을 확보하여야 함.

3. 초고층 건축물의 화재안전시스템 강화

- 초고층 건축물의 소방시설 강화
 - － 현재 초고층 건축물의 소방시설은 일반 고층 건축물 기준을 적용하고

있으므로, 관련 소방법과 국가화재안전기준(NFSC)을 검토·개선할 필요가 있음.

- 고강도 콘크리트의 내화성능설계 기법 제정 및 연돌효과 대책 수립
 - 콘크리트의 내화성능설계를 위해서는 폭렬억제 대책이 선결되어야 하며, 화재안전설계를 위한 소방법과 건축법의 상호보완을 기반으로 콘크리트의 성능설계기법에 대한 규정이 필요함.
 - 연돌효과 저감을 위해서는 건축계획적 방안과 설비적 방안을 동시에 고려하여 해당 건축물의 특성에 적합한 해결방안을 모색하여야 함.

4. 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안」의 조속한 시행을 통한 초고층 건축물의 재난관리체계 확립

- 특별법의 조속한 시행을 통하여 신축 및 기존 초고층 건축물에 대한 종합적 재난관리체계를 구축하여야 함.
 - 특히, 안전기준의 강화(제20조)는 “『건축법』 제35조 및 『소방시설공사업법』 제11조에 따른 기준보다 강화하여 적용할 수 있다”고만 하여 세부안전대책이 매우 미흡하므로, 이에 대한 보완이 필요함.

5. 3차원(3D) 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물의 재난관리종합시스템 구축 추진

- 화재진압, 피난계획 등을 위한 초고층 건축물의 재난관리종합시스템²⁸⁾은 3차원 실내공간정보 구축을 통하여, 재해에 대한 철저한 예방관리와 사고 발생 시 신속하고 적절한 대응체계를 제공하여야 함.

28) 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법안」 제16조(종합방재설의 설치·운영), 제17조(재난관리종합시스템의 구축), 제19조(유해위험물질의 관리)

- 실내공간정보 데이터베이스는 건축물 외곽뿐만 아니라 방, 벽, 계단, 천정, 가구 등 실내구조물의 공간정보로, 데이터베이스 구축을 위해서는 지속적인 기술개발과 투자가 필요함.



참고 : “GIS 기반 실시간 화재대응시스템”, (주)한국공간정보통신, 2009.

〈그림 25〉 GIS 기반 실시간 화재대응시스템 사례



〈소방설비 전기 배선〉

자료제공 : (주)한국공간정보통신, 2010.

〈그림 26〉 3D 실내공간정보 구축(일반시설, 방화시설, 소방시설)



〈화재발생 시 안전통제선 및 작전선〉



〈화재발생 시 작전도 및 대피도〉

자료제공 : (주)한국공간정보통신, 2010.

〈그림 27〉 화재발생 시 3D 실내공간정보를 이용한 재난관리

목 차

제1장 연구의 개요	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
1. 연구 배경	3
2. 연구 목적	4
제2절 주요 연구내용	5
제2장 국내·외 초고층 건축물 현황 및 문제점	9
제1절 초고층 건축물 기준	9
1. 초고층 건축물의 법적 기준	9
2. 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」 제정	10
제2절 초고층 건축물 현황 및 화재안전상 문제점	14
1. 국내·외 초고층 건축물 현황	14
2. 서울시 초고층 건축물 현황	17
3. 초고층 건축물의 화재발생 현황 및 화재안전상 문제점	21
제3장 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립	41
제1절 기본 방향	41
1. 중간 대피층 정의 및 제도적 문제점	41
2. 기본 방향 및 주요 추진 내용	45
제2절 피난시나리오	50
1. 피난시나리오	50
2. 피난시물레이션 분석을 위한 60층 및 99층 초고층 건축물 모형	51
3. 피난시물레이션 분석을 위한 입·출력 자료	53

제3절 피난시물레이션 분석을 통한 중간 대피층 설치기준(1단계)	56
1. 현행 「건축법」 등 관련 법의 초고층 건축물 피난시설 설치기준	56
2. 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따른 피난완료시간 분석	59
3. 초고층 건축물의 중간 대피층 설치 기준	74
제4절 화재시물레이션 분석을 통한 초고층 건축물의 피난안전성평가(2단계)	77
1. 대상 초고층 건축물의 피난안전성평가를 위한 주요 절차	77
2. 화재 및 피난 시나리오	79
3. 화재시물레이션 및 피난시물레이션 입·출력 자료	82
4. 피난안전성평가(2단계)	85
제5절 초고층 건축물의 중간 대피층 최종 설치기준 확립	96
제4장 초고층 건축물의 화재안전시스템 강화	101
제1절 초고층 건축물의 소방시설 강화	101
1. 초고층 건축물의 소방시설 설치에 관한 현행 소방법상의 문제점	101
2. 초고층 건축물의 주요 소방시설 강화	102
3. 엘리베이터를 이용한 피난대책 수립	117
4. 소방대원 전용계단의 배치	118
5. 피난복도 및 피난발코니 설치	119
제2절 연돌효과 대책	121
1. 연돌효과(Stack Effect) 및 문제점	121
2. 연돌효과 대책	122
제3절 고강도 콘크리트의 내화성능 확보	128
1. 폭발현상(Spalling Failure)	128
2. 고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준	130
3. 고강도 콘크리트의 내화성능 확보를 통한 폭발 저감방안	134
4. 국내·외 고강도 콘크리트 내화성능 확보 기술 현황	137

제5장 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축방안	143
제1절 관련 법령	143
제2절 국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황 및 향후 과제	147
1. 국내 지능형국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발 (4핵심 2세부과제) 현황	147
2. 국외 실내공간정보 구축 기술개발 현황	150
3. 향후 과제	154
제3절 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축사례	156
제6장 결론 및 향후 추진과제	163
제1절 결론	163
1. 초고층 건축물의 화재안전성 확보를 위한 제도적 개선방안	163
2. 초고층 건축물의 선진 방재기술 확보	165
제2절 향후 추진과제	166
참고문헌	171
부 록	179
영문요약	247

표 목 차

〈표 1-1〉 주요 연구내용	5
〈표 2-1〉 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」(서울시, 2009.8, 〈부록 2〉) ..	12
〈표 2-2〉 세계 20대 초고층 빌딩	14
〈표 2-3〉 국외 초고층 건축물 현황	15
〈표 2-4〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황(부록 4)	17
〈표 2-5〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 지역별 분포 현황	18
〈표 2-6〉 서울시 50층 이상 초고층 건축물 현황 (서울시 소방재난본부, 2009.12)	19
〈표 2-7〉 서울시 주요 초고층 건축물 현황	19
〈표 2-8〉 최근 3년간(2005~2007) 국내 고층 건축물 화재발생 현황	22
〈표 2-9〉 국외 초고층 건축물 화재발생 사례	23
〈표 2-10〉 최근 3년간(2007~2009.8) 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 현황	24
〈표 2-11〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 원인(2007~2009.8)	24
〈표 2-12〉 초고층 건축물의 화재안전상 문제점	26
〈표 2-13〉 화재발생 시 초고층 건축물에서 예상되는 사고유형	27
〈표 2-14〉 국내 건축법과 외국 기준의 비교(아파트의 예)	28
〈표 2-15〉 국내·외 초고층 건축물 재난안전시설 현황	30
〈표 2-16〉 초고층 건축물의 소방방재시스템 기본계획 수립을 위한 주요 내용	34
〈표 2-17〉 사전재난영향성 검토 및 협의	35
〈표 2-18〉 재난예방 및 피해경감대책의 수립·시행	35
〈표 2-19〉 재난 및 안전관리협의회 구성·운영과 통합안전점검의 실시	36
〈표 2-20〉 총괄재난관리자의 지정	36
〈표 2-21〉 재난관리종합시스템 구축 및 피난안전구역 설치	37

〈표 3-1〉	현행법상 중간 대피층, 옥상 및 피난층 설치 기준	42
〈표 3-2〉	국내·외 중간 대피층 관련 규정	44
〈표 3-3〉	초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준(간격) 확립을 위한 주요 추진 내용	46
〈표 3-4〉	피난인원, 피난완료시간 및 피난한계시간	47
〈표 3-5〉	1단계 피난시뮬레이션 분석 시 주요 수행사항	48
〈표 3-6〉	Simulex 피난인원 특성 중 “Japan:Hall/Hotel+”에 대한 내용	50
〈표 3-7〉	피난시뮬레이션 분석을 위한 Simulex 입·출력 자료 항목 및 설정 값 ..	53
〈표 3-8〉	60층 초고층 건축물 피난시뮬레이션 분석을 위한 총 피난인원	54
〈표 3-9〉	99층 초고층 건축물 피난시뮬레이션 분석을 위한 총 피난인원	55
〈표 3-10〉	「건축법」 등 관련 법의 초고층 건축물 피난시설 설치 기준	56
〈표 3-11〉	초고층 건축물 피난시설에 대한 관련 법의 주요 세부 내용	57
〈표 3-12〉	60층 초고층 건축물의 1·2·3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 기본 내용	60
〈표 3-13〉	60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간 ..	61
〈표 3-14〉	60층 초고층 건축물의 피난시간 감소를 위한 2·3차 피난시뮬레이션의 주요 피난시설 개선내용	65
〈표 3-15〉	60층 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원 현황	66
〈표 3-16〉	99층 초고층 건축물의 1·2·3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 기본 내용	68
〈표 3-17〉	99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간 ..	69
〈표 3-18〉	99층 초고층 건축물의 피난시간 감소를 위한 2·3차 피난시뮬레이션의 주요 피난시설 개선내용	72

〈표 3-19〉 99층 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원 현황	73
〈표 3-20〉 60층 및 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간의 종합 비교	74
〈표 3-21〉 초고층 건축물의 피난안전성평가 주요 절차 및 내용	78
〈표 3-22〉 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 주요 피난시설 내용	79
〈표 3-23〉 화재시뮬레이션 분석을 위한 FDS(Fire Dynamic Simulation) 입·출력자료 ..	82
〈표 3-24〉 화재위험 허용한계값	84
〈표 3-25〉 연기농도에 따른 가시거리	84
〈표 3-26〉 피난시뮬레이션 분석을 위한 Simulex 입·출력 자료 항목 및 설정 값 ..	85
〈표 3-27〉 60층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간 비교	86
〈표 3-28〉 99층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간 비교	91
〈표 3-29〉 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간 및 최종 피난완료시간	96
〈표 4-1〉 「건축법」상 방화구획의 면적 제한	103
〈표 4-2〉 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」상 고층 건축물에 필요한 주요 소방시설	104
〈표 4-3〉 수원량의 설계 사례	106
〈표 4-4〉 옥내소화전설비, 스프링클러의 가압송수장치	106
〈표 4-5〉 가압송수장치인 펌프와 고가수조 방식 비교	107
〈표 4-6〉 송수압을 제한하기 위한 조닝과 감압밸브 사용방식	107
〈표 4-7〉 초고층 건축물의 비화재보 대책	110
〈표 4-8〉 건축물의 제연설비 관련 법령	111

〈표 4-9〉 건축물 층수에 따른 제연시스템 설치내용	112
〈표 4-10〉 연돌효과 대책	123
〈표 4-11〉 국토해양부 “고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준”의 주요 내용	130
〈표 4-12〉 고강도 콘크리트의 폭렬 저감대책	135
〈표 4-13〉 고강도 콘크리트의 폭렬 억제를 위한 대책 비교	136
〈표 4-14〉 국내 건설사의 고강도 콘크리트 폭렬대책 공법	137
〈표 4-15〉 일본 고강도 콘크리트 구조부재의 내화성능 판정기준	139
〈표 4-16〉 일본 건설사의 고강도 콘크리트 폭렬대책 공법	139
〈표 5-1〉 지능형 국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발 연구개요	147
〈표 5-2〉 3D 공간정보 활용 분야	149
〈표 5-3〉 CityGML 모델의 LOD(Level of Detail) 5단계	151
〈표 5-4〉 KML 2.1 분석 내용	153
〈표 5-5〉 BIM/IFC와 GIS/CityGML의 특성 비교(건축물 위주)	155
〈표 5-6〉 IFC에서 CityGML로 변환되는 건축물모델 정보	155

그림목차

〈그림 1-1〉 국내·외 초고층 건축물 사례	5
〈그림 2-1〉 국내·외 초고층 건축물 사례	16
〈그림 2-2〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황	17
〈그림 2-3〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 층별·용도별 현황 (50층 이상 초고층 건축물 포함)	18
〈그림 2-4〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 지역별·층별 현황	18
〈그림 2-5〉 서울시 지역별 31층 이상 고층 건축물 현황	20
〈그림 2-6〉 최근 3년간(2005~2007) 국내 고층 건축물 화재발생 현황	21
〈그림 2-7〉 부산 해운대 우신골드스위트 주상복합아파트 화재(2010.10.1)	22
〈그림 2-8〉 국외 고층 건축물 화재 사례	22
〈그림 2-9〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 현황(2007~2009.8)	24
〈그림 2-10〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 원인(2007~2009.8)	25
〈그림 2-11〉 서울시 고층 건축물 화재 사례	25
〈그림 2-12〉 초고층 건축물의 연돌효과 및 폭발현상	28
〈그림 2-13〉 국외 초고층 건축물의 재난안전시설 사례	31
〈그림 3-1〉 중간 대피층, 옥상 및 피난층	43
〈그림 3-2〉 중국 상하이 국제금융센터(World Financial Center) 대피층 사례 ...	44
〈그림 3-3〉 중간 대피층 설치기준 확립을 위한 주요 업무 프로세스	46
〈그림 3-4〉 중간 대피층 간격에 따른 60층 및 99층 건축물 모형	48
〈그림 3-5〉 초고층 건축물의 피난안전성평가 프로세스	49
〈그림 3-6〉 60층 초고층 건축물 모형	51
〈그림 3-7〉 99층 초고층 건축물 모형	52
〈그림 3-8〉 실험 대상 계단실의 평면과 단면	53
〈그림 3-9〉 60층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석 방법	60

〈그림 3-10〉 3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 피난시설 개선내용(피난계단 추가) ..	61
〈그림 3-11〉 60층 초고층 건축물의 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포	63
〈그림 3-12〉 60층 초고층 건축물의 Simulex 시뮬레이션 진행 사례	64
〈그림 3-13〉 60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 피난완료시간과 피난한계시간 비교	65
〈그림 3-14〉 99층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석 방법	68
〈그림 3-15〉 3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 피난시설 개선내용(피난계단 추가) ..	68
〈그림 3-16〉 99층 초고층 건축물의 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포	70
〈그림 3-17〉 99층 초고층 건축물의 Simulex 시뮬레이션 진행 사례	71
〈그림 3-18〉 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 피난완료시간과 피난한계시간 비교	72
〈그림 3-19〉 피난시뮬레이션 분석에 의한 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준 ..	75
〈그림 3-20〉 피난안전성평가	77
〈그림 3-21〉 피난안전성평가 주요 절차	78
〈그림 3-22〉 60층 및 99층 초고층 건축물의 화재발생 위치와 원인	81
〈그림 3-23〉 화재발생지점	83
〈그림 3-24〉 60층 초고층 건축물의 재실자 피난현황	87
〈그림 3-25〉 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 최대거주한계시간 ..	88
〈그림 3-26〉 60층 초고층 건축물의 시간별 연기확산 형상	89
〈그림 3-27〉 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 시간별 온도 분포 ..	90
〈그림 3-28〉 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 시간별 일산화탄소 분포 ..	90
〈그림 3-29〉 99층 초고층 건축물의 재실자 피난현황	92

〈그림 3-30〉 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 최대거주한계시간	93
〈그림 3-31〉 99층 초고층 건축물의 시간별 연기확산 형상	94
〈그림 3-32〉 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 시간별 온도 분포	95
〈그림 3-33〉 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 시간별 일산화탄소 분포	95
〈그림 3-34〉 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간과 최종 피난완료시간 및 피난한계시간 비교(피난안전성평가)	97
〈그림 4-1〉 수계 소화설비 배관의 이중화 및 루프화	108
〈그림 4-2〉 잠실 L빌딩 1차 설계 변경안	108
〈그림 4-3〉 화재감지기(열 및 연기 감지기) 사례	109
〈그림 4-4〉 제주 ○○프로젝트의 초고층 건축물(호텔과 아파트)	110
〈그림 4-5〉 초고층 건축물 배연창 사례	113
〈그림 4-6〉 샌드위치 가압방식의 예	114
〈그림 4-7〉 급기덤퍼 사례	115
〈그림 4-8〉 계단실 및 부속실 동시 가압방식(제연설비)	116
〈그림 4-9〉 축광식 유도표지 설치 예	117
〈그림 4-10〉 소방대원 전용계단의 설치 사례	119
〈그림 4-11〉 일본의 피난복도 및 피난발코니 설치 사례	120
〈그림 4-12〉 스카이 브리지가 설치된 초고층 건축물 사례	120
〈그림 4-13〉 연돌효과	121
〈그림 4-14〉 건축물에서의 공기유동 경로	123
〈그림 4-15〉 건축물 외피 기밀화를 통한 공기 유입과 유출 차단 사례	124
〈그림 4-16〉 연돌효과 방지를 위한 계단의 분리	125
〈그림 4-17〉 연기제어의 성공을 위한 계단실의 수직분할 개념	125
〈그림 4-18〉 가압공조 적용 사례	126
〈그림 4-19〉 엘리베이터 샤프트 냉각시스템 적용 사례	127

〈그림 4-20〉 Consolazio의 단계별 폭발발생 메커니즘	129
〈그림 4-21〉 고강도 콘크리트의 폭발현상	129
〈그림 4-22〉 스페인 마드리드 Windsor 빌딩의 화재피해(2005년 2월 13일)	130
〈그림 4-23〉 고강도 콘크리트 내화성능설계기법 사례	134
〈그림 4-24〉 고강도 콘크리트의 폭발 저감대책 종류	135
〈그림 4-25〉 국내 고강도 콘크리트의 폭발대책 공법 현황	138
〈그림 4-26〉 일본의 고강도 콘크리트의 폭발대책 공법 현황	140
〈그림 5-1〉 초고층 건축물의 재난관리종합시스템(안) 개요	145
〈그림 5-2〉 3D 실내·외 공간정보 구축 사례(건축물 외관 및 실내 시설물)	145
〈그림 5-3〉 3D 실내공간정보 구축 사례(대피로, 열교환기·급수기, 조명)	146
〈그림 5-4〉 3D 건축물 외관 정보 구축 사례	146
〈그림 5-5〉 지능형국토정보기술혁신사업단의 Indoor Geo-Portal 시스템 구조도	148
〈그림 5-6〉 지능형국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보서비스 사례	148
〈그림 5-7〉 3D 공간정보 데이터베이스구축 과정(지형 및 건축물 외관)	149
〈그림 5-8〉 CityGML 모델의 LOD 1 ~ LOD 4 정보	151
〈그림 5-9〉 LOD 1 ~ LOD 4의 도시 및 건축물 모델 사례	152
〈그림 5-10〉 구글어스 SketchUp을 이용하여 작성된 3D 건축물 공간정보 사례 ..	153
〈그림 5-11〉 BIM으로부터 CityGML 정보 추출사례	154
〈그림 5-12〉 3D 건축물정보 변환 프로그램 개발을 위한 시스템 아키텍처	156
〈그림 5-13〉 GIS 기반 실시간 화재대응시스템	157
〈그림 5-14〉 대상 건축물 및 주변지역의 3D 공간정보 구축(건축물 주변 및 외관) ..	158
〈그림 5-15〉 3D 실내공간정보 구축(일반시설, 방화시설, 소방시설)	159
〈그림 5-16〉 화재발생 시 3D 실내공간정보를 이용한 재난관리	160

제1장 연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 주요 연구내용

제 1 장

연구의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구 배경

- 현재 서울은 초고층 건축물¹⁾(50층 혹은 200m 이상)의 급증에 따른 도시 대형 화재위험 증가
 - 초고층 건축물은 일반 건축물과 달리 화재발생 시 대규모 피해 발생
 - 최근 3년간 전국 21층 이상 고층건축물 화재는 872건으로 지난해보다 2.8배 증가(3년간 인명피해 472명(사망 89명, 재산피해 121억원)²⁾
 - 잠실제2롯데월드(123층), 상암DMC랜드마크(133층), 용산국제업무지구(150층) 및 인천타워(151층), 부산월드비즈니스센터(106층) 등 국내 초고층 건축물 건축이 현재 진행되고 있거나 예정 중임.
 - 서울시의 21층 이상 고층 건축물은 2,505개소(2008년)로 매년 6%씩 증가하는 추세이며³⁾, 50층 이상 초고층 건축물도 15개소(2009년)임⁴⁾.

1) 「건축법」 시행령 제2조 제15호

- “초고층 건축물”이란 층수가 50층 이상이거나 높이가 200미터 이상인 건축물을 말함.

2) 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법」 제정 토론회, 소방방재신문, 2009.3.10.

- 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치 등 화재안전성 확보대책 마련 시급
 - 화재발생 시 대피공간인 중간 대피층⁵⁾ 및 피난시설 설치에 대한 세부 기준 필요
 - 현행 「건축법」(시행령 제34조제3항⁶⁾)에서는 최대 30개 층마다 중간 대피층 설치를 의무화하였으나, 그 규모나 설치 기준은 미확정
 - 초고층 건축물의 재난관리 관련 법⁷⁾이 현재(2010년 10월) 국회에서 심의 중이나, 안전기준(법 제20조)은 단지, “건축법 및 소방시설공사업 법의 기준보다 강화하여 적용할 수 있다”고만 하여, 세부 안전대책이 매우 미흡

2. 연구 목적

- 초고층 건축물의 높이별 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립, 화재 안전시스템 강화방안(소방 및 피난시설), 연돌효과 대책 및 고강도 콘크리트의 내화성능 확보 등을 통한 초고층 건축물의 화재안전성 확보 방안 수립

-
- 3) 「재난 제로, 서울을 위한 방재전략」, 서울시정개발연구원, 2008.11.17.
 - 4) 서울특별시 소방재난본부의 내부행정자료(2009)
 - 5) 중간 대피층
 - 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제8조의2(피난안전구역의 설치기준)에서 “피난안전구역”은 해당 건축물의 1개층을 대피공간으로 설치하도록 하였으므로, 이 보고서에서는 피난안전구역을 “중간 대피층”으로 함.
 - 따라서, 중간 대피층은 건축물의 중간에 설치되는 피난안전구역으로서, 옥상 및 피난층(건축물의 1층)은 제외됨.
 - 6) 「건축법」 시행령 제34조제3항
 - ③ 초고층 건축물에는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단과 직접 연결되는 피난안전구역(초고층 건축물의 피난·안전을 위하여 지상층으로부터 최대 30개 층마다 설치하는 대피공간을 말한다. 이하 같다)을 설치하여야 한다.
 - 7) 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법안」(<부록 1> 참조), 유정현의원(대표발의)외 23인 발의(의안번호 4323, 2009.3.31)
 - 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 같은 해 10월 법사위원회 심사 및 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행될 예정

제2절 주요 연구내용

〈표 1-1〉 주요 연구내용

목 표	주요 연구내용
•국내·외 초고층 건축물의 화재발생 현황 분석	•국내·외 초고층 건축물 현황 -서울시 초고층 건축물 현황 및 문제점
•초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립 및 피난안전성평가	•건축물 높이별 중간 대피층(피난안전구역) 설치방안 수립 -중간 대피층 간격(30층, 25층, 20층)에 따른 피난시뮬레이션 분석 ⁸⁾ 을 통하여 안전한 피난을 위한 중간 대피층 설치기준 제시 · 건축물 높이(60층, 99층 이상)별 중간 대피층 설치 간격 및 주요 피난시설 설치기준 제시(계단, 출입구의 유효 폭) -화재시뮬레이션 분석 ⁹⁾ 을 통한 초고층 건축물의 피난안전성평가 · 제시된 기준의 초고층 건축물(60층, 99층)에 대한 화재확산 양상 및 대피시간 검토
•초고층 건축물의 화재안전 시스템 강화방안	•주요 소방시설 강화 및 연돌효과 대책 •대형화재를 대비한 고강도 콘크리트의 내화성능 확보방안(폭렬저감대책)
•초고층 건축물의 재난관리 종합시스템 구축방안	•3D 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물의 재난관리종합시스템 구축방안 -국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황 및 향후 과제 -실내공간정보 구축을 통한 국내 고층 건축물 재난관리종합시스템 구축 사례 (IntraMap3D ¹⁰⁾ 활용 사례)



〈그림 1-1〉 국내·외 초고층 건축물 사례

- 8) 피난시뮬레이션은 영국의 IES(Integrated Environmental Solutions Limited)사에서 개발된 Simulex를 사용
- 9) 화재시뮬레이션은 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발된 FDS(Fire Dynamic Simulation)를 사용
- 10) (주)한국공간정보통신의 3D GIS 소프트웨어로서, 당 회사의 협조를 받아 고층 건축물의 재난 관리종합시스템 구축방안을 위한 사례분석에 활용되었음.

제2장 국내 · 외 초고층 건축물 현황 및 문제점

제1절 초고층 건축물 기준

제2절 초고층 건축물 현황 및 화재안전상 문제점

제 2 장

국내·외 초고층 건축물 현황 및 문제점

제1절 초고층 건축물 기준

1. 초고층 건축물의 법적 기준

◆ 초고층 건축물의 정의

- 「건축법」 시행령 제2조(정의) 제15호
 - “초고층 건축물”이란 층수가 50층 이상이거나 높이가 200미터 이상인 건축물을 말한다.[전문 개정 2008.10.29]
- 「건축법」 시행령 제34조(직통계단의 설치) 제3항
 - 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치 기준
 - 초고층 건축물에는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단과 직접 연결되는 피난안전구역(초고층 건축물의 피난·안전을 위하여 지상층으로부터 최대 30개 층 마다 설치하는 대피공간을 말한다. 이하 같다)을 설치하여야 한다.[신설 2009.7.16]

- 현재 초고층 건축물에 대한 일반적 규정은 「건축법」에서 정의하고 있음.
 - 그러나, 건축물의 층수와 높이 기준 이외의 세부 건축기준은 아직 마련되지 않아, 50층 미만의 일반건축물에 적용되는 최소한의 기준을 초고층 건축물에 동일하게 적용하고 있음.
 - 초고층 건축물에 대한 재난관리 관련 법인 「초고층 및 지하연계 복합 건축물의 재난관리에 관한 특별법안」¹¹⁾이 현재 국회에서 심사 중

2. 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인¹²⁾」 제정

○서울시는 2009년 8월에 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」을 마련하여 건축위원회 심의기준으로 운영하고 있음.

–관계법령에서 정하기 곤란한 사항과 우수한 초고층 건축물의 디자인을 유도하고자 건축위원회 심의기준으로 활용¹³⁾

○주요 내용

–적용대상 건축물

- 「서울시 건축조례」 제6조 규정에 의한 서울특별시 건축위원회 심의를 받는 50층 이상 또는 높이(옥탑·장식탑 등 포함)가 200m 이상인 건축물

–디자인

- 건축물의 저층부는 건축심의 신청 시 “공공환경디자인보고서¹⁴⁾”를 제출토록 의무화하며, 실내화된 공개공간(아트리움 등) 설치를 적극 권장
- 건축물의 고층부에는 방문객들이 이용할 수 있는 전망층을 설치하되, 입주자부분과 별도의 동선 설치를 검토

–신재생에너지

- 서울시 “성능베이스 친환경·에너지 건축물 설계 가이드라인” 준수
- 신재생에너지 시설은 건물 에너지 사용량의 3% 이상을 신재생에너지에 의해 생산하도록 권장

11) 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법안」은 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 같은 해 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행 될 예정

12) <부록 2> 참조

13) “서울시 초고층 건축물의 설계기준 마련 시행”, 뉴스와이어, 2008.12.9.(출처 : 서울특별시청)

14) 공공환경디자인보고서

–공개공지 등 저층부 오픈스페이스에 지역민을 위한 공공기여방안을 제시하는 것을 골자로 함.

-방재대책

- 피난 안전성 확보를 위하여 “방재계획서” 제출 의무화(방재시물레이션 결과를 첨부하여 건축심의도서와 함께 제출)
- 25~30층 이내마다 “중간 대피층” 설치 권장(방재시물레이션에 따라 설치 면적 및 개소 수 확보)
- “피난 전용 승강기” 설치 권장(비상전원, 방수성능, 내화성능 확보, CCTV 설치, 양방향 통신설비 등)
- 구조분야 내화성능 강화를 위해 철골구조보다는 고강도 콘크리트구조 건축물 유도(폭렬 대책 강구)
- 옥상층 및 주요시설에 대한 보안시스템 명기(안티·테러리즘에 대한 고려¹⁵⁾)

○기대효과

- 초고층 건축기준을 명확히 제시함으로써 예측 가능한 건축행정 실현과 미래를 앞서가는 건축정책 추진 가능
 - 초고층 개발사업 시행 시 공공성 기여를 위하여 공적 공간 확보로 시민 편의 제공
 - 안전하고 우수한 건축디자인 유도로 품격있고 매력 넘치는 도시경관 조성에 기여

○향후 서울시 추진계획

- 2008년 7월 국토해양부에 건축법시행령 개정을 건의하였으며(「건축법」시행령 일부 개정 완료), 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」은 2009년 8월 1일부터 건축위원회의 심의기준으로 활용

15) 초고층 건축물은 테러의 표적이 될 수 있음을 감안하여, 옥상층 및 주요 시설에 보안시스템 등 안티·테러리즘 고려방안을 심의 도서 상에 기입토록 유도

〈표 2-1〉 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」(서울시, 2009.8, 〈부록 2〉)

제1조(적용대상)

「서울시 건축조례」제6조 규정에 의한 서울특별시 건축위원회 심의를 받는 50층 이상 또는 높이 (옥탑·장식탑 등 포함)가 200m 이상인 건축물(이하 “초고층 건축물”이라 함)에 한하여 적용한다.

제2조(경관계획)

자연환경 및 도시환경과 조화롭게 계획될 수 있도록 경관시뮬레이션을 실시하고 그에 대한 자료를 제시하여야 한다.

제3조(공공환경디자인계획서)

외부 공간 및 건축물 저층부 등에 시민들이 편리하게 이용할 수 있는 공공 공간에 대한 “공공환경디자인계획서”를 제출하여야 한다.

- 가. 공공기여 항목, 취지, 목적, 효과, 특이사항 등
- 나. 개방되는 공간의 위치, 면적, 마감방법, 개방시간 등

제4조(일조 등)

건축물로 인한 주변 일조 피해 등에 대한 조사 및 대책을 수립하여야 한다.

제5조(전망층)

건축물 고층부에는 방문객이 이용할 수 있는 전망층을 설치하여야 한다. 다만 건축위원회 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다

- 가. 조망이 양호한 지역 내 최상위 1~2개 층 일반에 개방
- 나. 권장용도 : 레스토랑, 카페, 전망대, 미술관 등 문화시설(전시·기념물 판매, 관광안내 등)

제6조(교통개선 계획)

- ① 대중교통과 연계 등 교통량 증가를 억제할 수 있는 대책을 수립하여 제시하여야 한다.
- ② 서비스 차량(이삿짐, 택배, 우편, 쓰레기 등)은 일반 차량과 혼재되지 않도록 직접 주변 도로에서 출입하도록 계획하여야 한다.

제7조(방재대책)

- ① 건축물의 구조, 용도, 건축재료, 공간적 특성, 방재설비, 유지 관리, 방재계획 등에 대하여 충분히 검토된 종합 방재계획서를 제출하여야 한다.
- ② 일반건축물과 차별화된 초고층 건축물의 방재시스템 내용 및 시뮬레이션 결과 등이 포함되어야 한다.
- ③ 건축물 내 모든 부분에서 임의로 선택한 2방향 이상의 피난 경로를 확보하여야 한다.

제8조(피난안전구역)

피난안전구역을 설치하는 층 및 개소 수는 방재시뮬레이션 결과를 반영하여야 한다.

제9조(연돌효과)

연돌효과(굴뚝효과)의 저감방안에 대한 세부적인 계획을 제시하여야 한다.

제10조(피난용 승강기)

- ① 「건축법」 제64조 규정에 의한 승강기 설치 계획과는 별도로 재난 등으로부터 신속하게 피난할 수 있는 “피난용 승강기”를 설치하여야 한다. 다만 건축위원회의 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다

〈표 계속〉 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」(서울시, 2009.8, 〈부록 2〉)

② 피난용 승강기는 비상전원, 방수성능, 내화성능 확보, CCTV 설치, 양방향 통신 설비 등 시설을 갖추어야 한다.

제11조(소화설비)

수계 소화설비 성능확보를 위하여 다음 사항을 계획에 반영하여야 한다.

- 가. 소화설비 배관의 Loop화 및 이중화
- 나. 소화설비 배관의 내진설계

제12조(내풍구조)

건축물에 대한 풍방향 및 풍직각 방향의 변위, 가속도, 풍하중, 비틀림, 진동, 공기력 불안정진동 등에 대한 풍동실험 및 풍환경실험 결과를 제출하여야 한다.

제13조(내진구조)

건축물은 지진에 대한 내진력이 충분히 확보되도록 설계하여야 하며, 아울러 적용 기술(“내진”, “면진”, “제진”)의 적정여부에 대한 의견을 제시하여야 한다.

제14조(신·재생에너지)

건축물 총에너지 사용량의 3% 이상을「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 의한 신·재생에너지 설비로 생산하여야 한다. 다만 건축위원회의 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다

제15조(친환경에너지 공급)

BEMS(Building Energy Management System) 구축 등 지역적 특성 및 건물 에너지 절감을 고려한 전 생애주기 비용(LCC) 분석이 반영된 최적의 에너지 공급 계획서를 제출하여야 한다.

제16조(테러 예방 및 안전관리 계획)

건축물에 대한 “테러 예방 및 안전 관리 계획”은 [별표 1] 기준을 고려하여야 한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 기준은 2009.8.1부터 시행한다.

【별표 1】 테러예방 및 안전 관리계획 기준(※세부내용은 <부록 2> 참조)

1. 목적
2. 부지 경계 및 배치 계획
3. 차량 출입동선 및 주차계획
4. 보행 동선 및 진출입 계획
5. 건축물 형태 및 입면계획
6. 실내 공간 계획
7. 보안관리 및 감시체계
8. 설비계획

제2절 초고층 건축물 현황 및 화재안전상 문제점

1. 국내·외 초고층 건축물 현황

1) 국외 초고층 건축물 현황

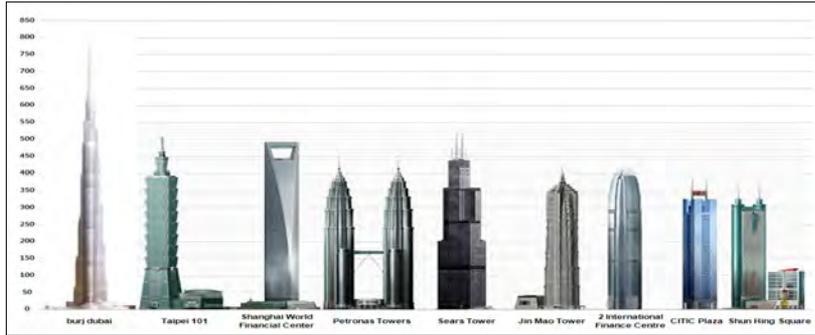
- 1931년 미국 엠파이어 스테이트 빌딩(높이 381m, 102층)이 100층을 넘어선 후, 현재 세계 최고의 초고층 건축물은 2010년 1월에 준공된 부르즈 칼리파(Burj Khalifa : 높이 828m, 162층)임.
- 1990년대 이후, 동남아 지역(중국, 대만, 말레이시아 등)을 중심으로 활발하게 건설되었음.
- 세계 20위 내의 초고층 건축물의 80%가 아시아 지역의 도시에 위치하고 있는데, 대부분 호텔, 아파트, 사무실 등이 들어선 복합건물임.

〈표 2-2〉 세계 20대 초고층 빌딩

순위	건물명	소재지	준공연도	높이(M)	층수
1위	부르즈 칼리파	UAE(두바이)	2010	828	162
2위	타이페이 101	대만(타이페이)	2004	509	101
3위	Shanghai World Financial Center	중국(상하이)	2008	492	101
4위	KLCC(Kuala Lumpur City Center)	말레이시아	1998	452	88
5위	Sears Tower	미국(시카고)	1974	442	108
6위	진마오 타워	중국(상하이)	1999	421	88
7위	Two International Finance Center	중국(홍콩)	2003	415	88
8위	CITIC Plaza	중국(광저우)	1997	391	80
9위	Shun Hing Square	중국(선젠)	1996	384	69
10위	Empire State Building	미국(뉴욕)	1931	381	102
11위	Central Plaza	중국(홍콩)	1992	374	78
12위	Bank of China Tower	중국(홍콩)	1992	374	78
13위	SEG Plaza	중국(선젠)	2000	356	72
14위	Emirates Office Tower	UAE(두바이)	2000	355	54
15위	Tuntex Sky Tower	대만(카오슝)	1997	348	85
16위	Aon Center	미국(시카고)	1973	346	83
17위	The Center	중국(홍콩)	1998	346	73
18위	John Hancock Center	미국(시카고)	1969	344	100
19위	Shanghai Shimao International Plaza	중국(상하이)	2005	333	60
20위	로즈타워	UAE(두바이)	2007	333	72

참고 : <http://www.burjdubai.com/>, 2010.

〈표 2-3〉 국외 초고층 건축물 현황



연번	1	2	3	4	5	6	7	8	9
건물명	부르즈 칼리파	타이페이 101	World Financial Center	Petronas Towers	Sears Tower	진마오 타워	International Finance Centre	CITIC Plaza	Shun Hing Square
도시	두바이	타이베이	상하이	쿠알라룸푸르	시카고	상하이	홍콩	광저우	선전
연도	2010년	2004년	2008년	1998년	1974년	1998년	2003년	1997년	1996년
층	162층	101층	101층	88층	110층	88층	90층	80층	69층
첨탑(지붕)	828m	508m (448m)	(492m)	452m	(442.3m)	420.5m	413.8m (406.9m)	391.1m (321.9m)	384m (324.8m)

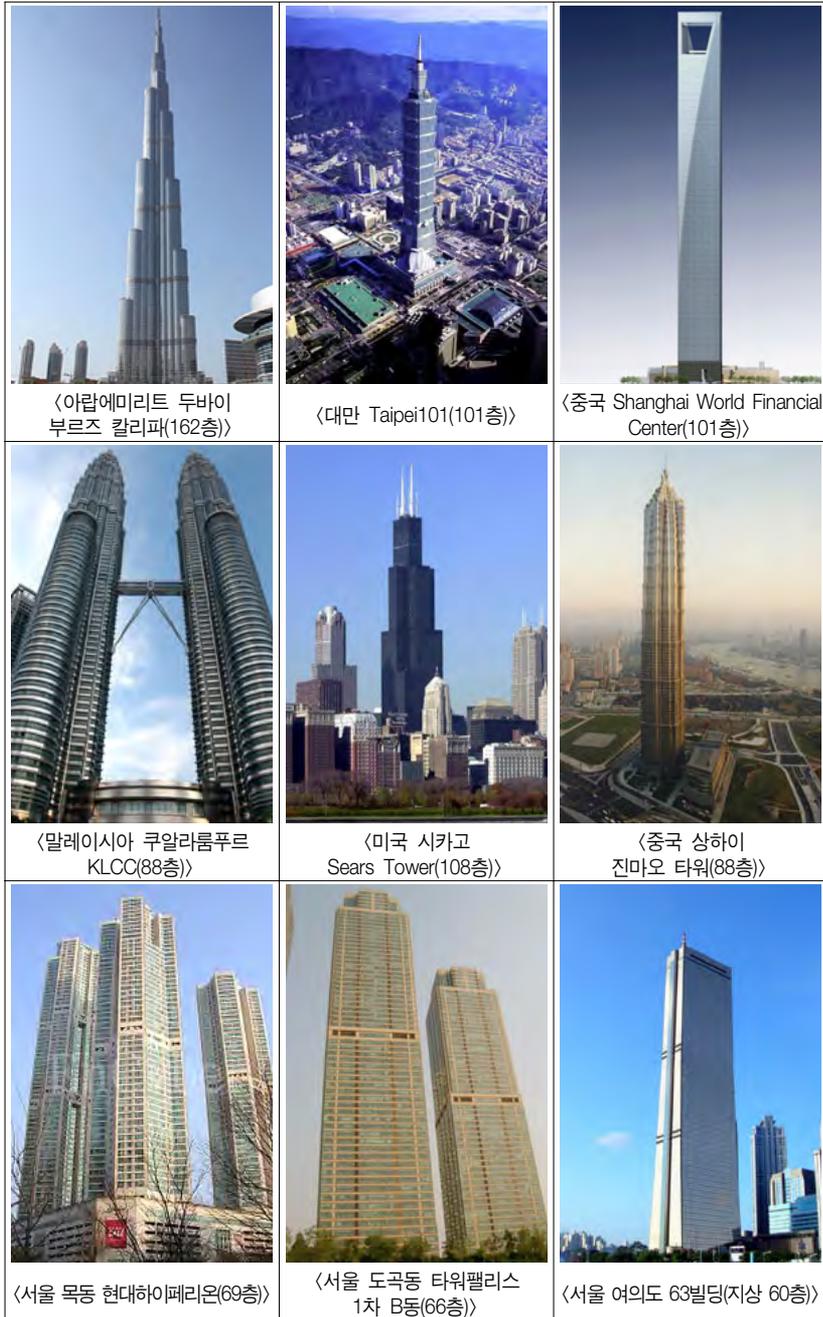
2) 국내 초고층 건축물 현황(부록 3)

○ 50층 이상 국내 초고층 건축물은 2009년 3월 기준으로 총 44개소(준공 18개소, 공사 중 13개소, 허가동의 6개소, 설계·계획 7개소)임¹⁶⁾.

— 우리나라의 초고층 건축물은 1970년 삼일빌딩(110m)을 시초로, 1985년 63빌딩이 건설되었음.

- 최근에는 인천타워(610m, 151층), 상암DMC랜드마크(580m, 130층), 잠실제2롯데월드(522m, 112층), 부산월드비즈니스센터(500m, 110층) 등 100층 이상 초고층 건축물들의 건립이 추진
- 서울에서는 도곡동 타워팰리스, 삼성동 아이파크, 목동 하이페리온 등의 주거용 초고층 건축물이 몇 년 사이에 급증

16) 『초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리 개선대책』, 소방방재청, 2009.3., 서울특별시 소방재난본부 내부행정자료(2009.12)



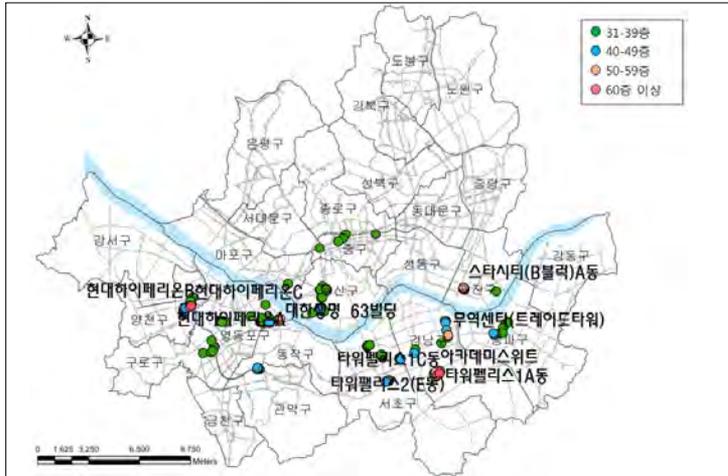
〈그림 2-1〉 국내·외 초고층 건축물 사례

2. 서울시 초고층 건축물 현황

○2009년 12월 기준으로 서울시 50층 이상 초고층 건축물은 15개소이며, 31층 이상 고층 건축물은 총 132개소임(<표 2-4> 참조).

– 초고층 건축물은 강남구 8개소, 광진구 3개소, 양천구 3개소, 영등포구 1개소 등 15개소이며, 강남구의 타워팰리스3 G동(2003)이 지상 69층(지하 6층), 높이 263.7m로 가장 초고층임.

- 용도별로는 복합시설(업무·상업·주거용)이 14개소로 대부분을 차지하며, 업무용 건물은 1개소뿐임.



〈그림 2-2〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황

〈표 2-4〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황(부록 4)

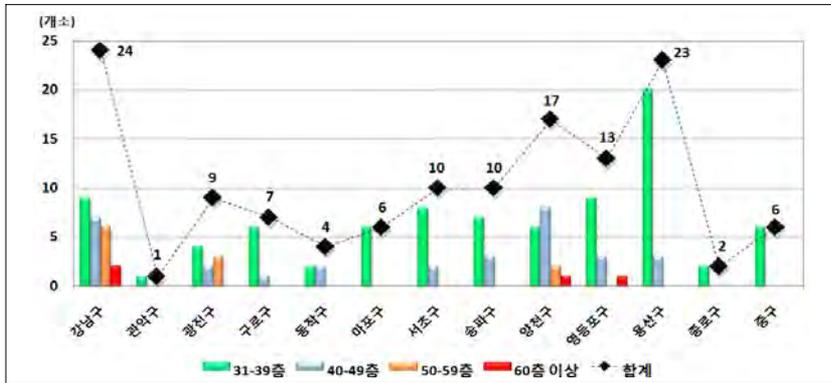
(단위 : 개소)

유형	합계	31-39층	40-49층	50-59층	60층 이상
합계	132	86	31	11	4
공동주택	4	4			
근린생활	1	1			
복합	107	65	28	10	4
숙박	4	4			
업무	14	10	3	1	
판매	2	2			

참고 : 서울시 소방재난본부 내부 행정자료, 2009.12.



〈그림 2-3〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 층별·용도별 현황(50층 이상 초고층 건축물 포함)



〈그림 2-4〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 지역별·층별 현황

〈표 2-5〉 서울시 31층 이상 고층 건축물의 지역별 분포 현황

(단위 : 개소)

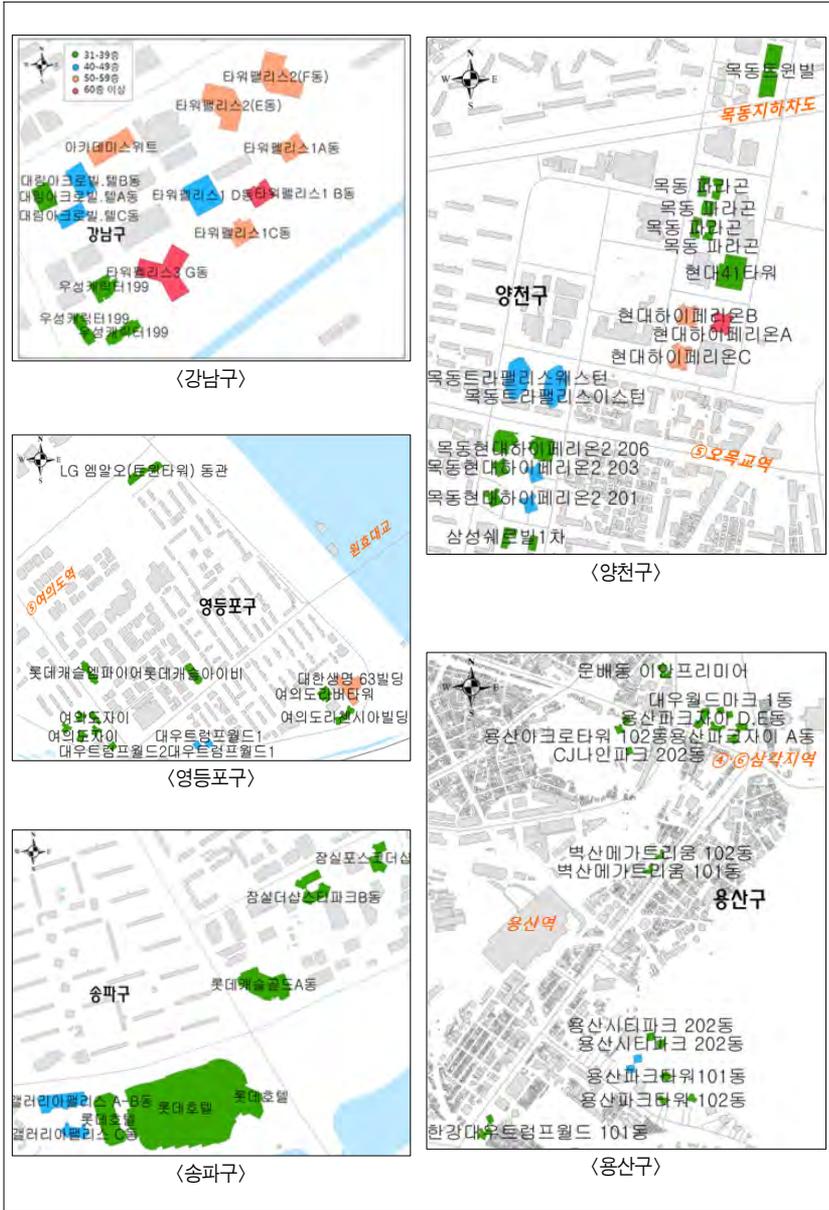
구분	합계	31-39층	40-49층	50-59층	60층 이상
합계	132	86	31	11	4
강남구	24	9	7	6	2
관악구	1	1			
광진구	9	4	2	3	
구로구	7	6	1		
동작구	4	2	2		
마포구	6	6			
서초구	10	8	2		
송파구	10	7	3		
양천구	17	6	8	2	1
영등포구	13	9	3		1
용산구	23	20	3		
종로구	2	2			
중구	6	6			

〈표 2-6〉 서울시 50층 이상 초고층 건축물 현황(서울시 소방재난본부, 2009.12)

번호	구청	구분	건물명	주소	연면적(m ²)	지상층	지하층
1	광진	복합	스타시티(B블록)C동	광진구 자양동 227-7	61,589	50	3
2	광진	복합	스타시티(A블록)복지동	광진구 자양동 227-342	158,727	50	6
3	강남	복합	아카데미스위트	강남구 도곡2동 467-7	102,379	51	6
4	강남	업무	무역센터(트레이드타워)	강남구 삼성1동 159-1	107,850	54	2
5	양천	복합	현대하이퍼리온C	양천구 목1동 916	125,631	54	6
6	강남	복합	타워팰리스2(E동)	강남구 도곡1동 467-17	94,607	55	6
7	강남	복합	타워팰리스2(F동)	강남구 도곡1동 467-18	202,043	55	6
8	광진	복합	스타시티(B블록)A동	광진구 자양동 227-7	67,860	58	3
9	강남	복합	타워팰리스1 A동	강남구 도곡1동 467	80,365	59	5
10	강남	복합	타워팰리스1 C동	강남구 도곡1동 467	80,365	59	5
11	양천	복합	현대하이퍼리온B	양천구 목1동 916	112,247	59	6
12	영등포	복합	대한생명 63빌딩	영등포구 여의도동 62	166,529	60	3
13	강남	복합	타워팰리스1 B동	강남구 도곡1동 467	80,227	66	5
14	강남	복합	타워팰리스3 G동	강남구 도곡1동 467-29	222,720	69	6
15	양천	복합	현대하이퍼리온 A	양천구 목1동 916	385,944	69	6

〈표 2-7〉 서울시 주요 초고층 건축물 현황





〈그림 2-5〉 서울시 지역별 31층 이상 고층 건축물 현황

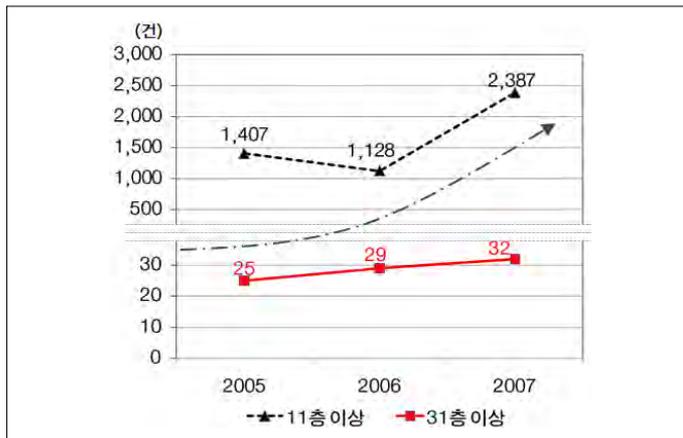
3. 초고층 건축물의 화재발생 현황 및 화재안전상 문제점

1) 국내·외 초고층 건축물 화재발생 현황

(1) 국내 고층 건축물 화재발생 현황

○ 최근 3년간(2005~2007) 국내 11층 이상 고층 건축물 화재는 4,922건으로, 주거용 아파트에서 90%(4,400건), 주상복합건물에서 2.2%(108건) 발생¹⁷⁾
 - 2007년 발생한 11층 이상 고층 건축물 화재는 2,387건으로 전년(1,128건)에 비해 두 배 이상 늘어났으며, 21층 이상 건축물 화재도 3년간 872건으로 2007년에는 전년 대비 2.8배(404건) 증가

- 특히, 최근 3년간(2005~2007) 국내 31층 이상 고층 건축물의 연평균 화재발생 건수는 29건으로 해마다 급증
- 3년간 고층 건축물의 화재로 인한 인명피해는 472명(사망 89명, 5명 중 한 명꼴로 사망), 재산피해는 121억원이며, 2007년에는 전년 대비 2.7배 증가한 66억원의 재산피해 발생



(그림 2-6) 최근 3년간(2005~2007) 국내 고층 건축물 화재발생 현황

17) “고층건물 화재현황”, 소방방재청, 2008.10.6.(서울신문, 2008.10.7)

〈표 2-8〉 최근 3년간(2005-2007) 국내 고층 건축물 화재발생 현황

(단위 : 건)

구분	계	2005년	2006년	2007년
•11층 이상 고층 건축물	1,922	1,407	1,128	2,387
•31층 이상 고층 건축물	86	25	29	32

참고 : “고층건물 화재현황”, 소방방재청, 2008.10.6.

“작년 초고층 건물 화재 2배 이상 급증”, 서울신문(8면), 2008.10.7.



〈그림 2-7〉 부산 해운대 우신골든스위트 주상복합아파트 화재(2010.10.1)

(2) 국외 고층 건축물 화재발생 현황

○2001년 9월 11일 발생한 미국 월드트레이드센터(WTC)의 테러사건에 의한 화재붕괴사고가 가장 대규모임(사망 5,736명, 부상 1만 5천명).

–1998년 미국 세인트루이스 초고층 아파트 화재, 1997년 태국 로열쑤머 호텔 화재, 1980년 11월 21일 미국 MGM 그랜드호텔 화재 등으로 수십 명의 사상자가 발생



〈미국 뉴욕 World Trade Center (2001.9.11)〉

〈스페인 마드리드 Winsor tower (2005.2.13)〉

〈베네수엘라 카라카스 Parque Central East tower(2004.10.20)〉

〈그림 2-8〉 국외 고층 건축물 화재 사례

〈표 2-9〉 국외 초고층 건축물 화재발생 사례

발생일	건물명	층수	화재 개요 및 원인	인명피해(명)
2001.9.11	미국 뉴욕 월드트레이드센터	110	•항공기 충돌(테러)에 의한 화재발생으로 붕괴	사망 5,763 (부상 1만5천)
2001.1.30	멕시코 Calind 호텔	26	•호텔의 지하층에서 출화하여 5시간 동안 화재가 지속되었으며, 출동한 소방대원 사망	사망 3
1998.1.12	미국 캘리포니아 LA 교통국 빌딩	27	•LA시 교통국 빌딩의 26층에서 출화하여 테라스 부근이 연소되었으며, 건물 내 약 2,000여명 피난	-
1998.12.23	미국 뉴욕 맨해튼 초고층 아파트	51	•아파트의 19층에서 출화하여 상층으로 연기가 확대되어 상층부에 거주하는 4명이 연기에 질식사	사망 4
1998.10.12	미국 세인트루이스 초고층 아파트	25	•세인트루이스에 위치한 초고층아파트 21층에서 출화하여 22~26층으로 연소확대	사망 21 (부상 14)
1998.6.12	미국 뉴욕 월가 체스 맨해튼 은행	23	•체스 맨해튼 은행의 지하 변압기에서 출화하여 연소	(부상 17)
1997.12.6	인도네시아 자카르타 인도네시아 은행본점	26	•인도네시아은행 본점 건물의 24층에서 출화하여 22~26층으로 연소 확대	사망 21 (부상 14)
1997.12.5	미국 뉴욕 맨해튼 크라이슬러 빌딩	77	•74층의 변압기에서 출화하여 연기가 실내로 퍼져 61층 이상의 재실자들은 피난	-
1997.7.11	태국 로열즈더호텔	17	•스프링클러 미설치 및 연기의 계단 확산	사망 92 (부상 70)
1997.1.7	미국 뉴욕 맨해튼 초고층 아파트	28	•8층에 거주하는 재즈뮤지션 라이어널 햄프턴의 침실에서 활로겐 램프가 침대에 넘어지면서 출화	(부상 17)
1996.10.10	미국 뉴욕 맨해튼 제네럴일렉트릭 빌딩	70	•10층의 전기실에서 출화 및 4시간 30분 후 진화	(부상 16)
1995.11.21	미국 뉴욕 엠파이어스테이트빌딩	102	•지하 2층의 변압기에서 출화하여, 로비 등에 연기가 퍼져 수 시간 후 진화	-
1995.3.1	미국 뉴욕 맨해튼 뉴욕 팔레스 호텔	54	•지하 쓰레기통에서 출화, 배전반에서 샤프트를 통하여 상층으로 연기가 확대	(부상 54)
1994.10.24	일본 도쿄 스카이시티 맨션	28	•초고층 맨션인 스카이시티 15층에서 출화	(부상 1)
1991.2.23	미국 One Meridian 플라자	38	•화재발생 층 스프링클러 및 감지기 부족 •부적절한 연소물질 취급 및 저장	사망 3 (부상 25)
1989.8.24	일본 고층맨션	28	•계단으로 연소, 헬기로 피난 및 소방대 투입 유도 •스프링클러 미설치	(부상 6)
1988.5.14	미국 First Interstate Bank	62	•계단 및 Shaft를 통한 층 간 확산 •화재감지 무시 및 스프링클러 없음	사망 1 (부상 40)
1980.11.21	미국 MGM 그랜드 호텔	26	•계단을 통한 연기확산 및 스프링클러 없음, 구획 미흡	사망 85 (부상 679)

참고 : “초고층 건축-기술적 쟁점과 전망”, 윤명오, 2007.5.
 “초고층 건물의 성능위주 소방 설계방안에 관한 연구”, 백민호, 2007.

2) 서울시 고층 건축물 화재발생 현황

- 최근 3년간(2007~2009.8) 발생한 서울시 11층 이상 고층 건축물의 화재는 452건으로, 연평균 1.8% 증가(168건)¹⁸⁾
- 86.3%가 공동주택에서 발생하였으며, 26명의 사상자(사망 4명, 부상 22명) 발생

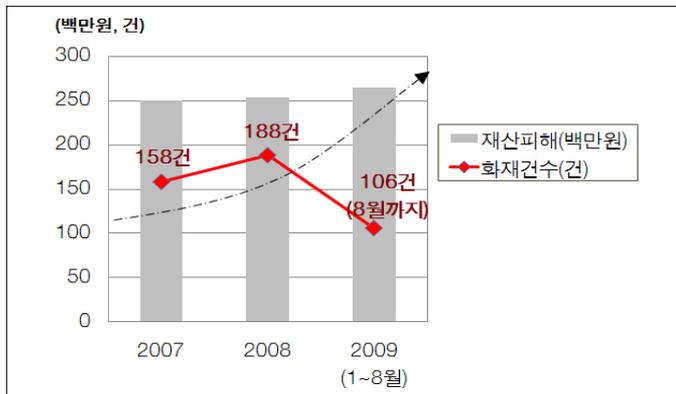
18) “고층건물 화재 초기소화활동 최우선!”, 행정안전부 세이프코리아뉴스, 2009.10.15.

- 화재원인은 부주의 58.5%(265건), 전기 19.5%(88건), 방화(의심) 9.1%(41건) 순으로 부주의가 가장 큰 원인이며, 부주의의 세부내용은 음식물조리 105건, 담뱃불 43건, 불장난 18건, 촛불 15건 등으로 나타남.
- 특히, 서울 전체 고층 건물의 화재사고에서 15층 이상 건물의 화재발생률이 74.1%, 이로 인한 화재사고 사망률이 66.7%로 나타났으며, 15층 미만일 경우 인명 사상률은 23.8%에 불과(19)

〈표 2-10〉 최근 3년간(2007~2009.8) 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 현황

구분	계	2007년	2008년	2009년(1~8월)
화재건수(건)	452	158	188	106
사망(명)	4	1	2	1
부상(명)	22	10	8	4
재산피해(천원)	769,907	250,235	254,554	265,118

참고 : “고층 건물 화재 초기소화활동 최우선”, 행정안전부 세이프코리아뉴스, 2009.10.15.



〈그림 2-9〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 현황(2007~2009.8)

〈표 2-11〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 원인(2007~2009.8)

구분	계(건)	부주의						전기	방화	기타
		소계	음식물조리	담뱃불	불장난	촛불	기타			
계(건)	452	265	105	43	18	15	84	88	41	58
%	100	58.6 (100)	(39.6)	(16.2)	(6.8)	(5.7)	(31.7)	19.5	9.1	12.8

19) “15층 이상 고층 빌딩·아파트는 화재 사각지대?”, 헤럴드경제, 2010.3.29.(김영로 서울시의 원, 서울시 소방재난본부 행정감사 자료)



〈그림 2-10〉 서울시 11층 이상 고층 건축물 화재발생 원인(2007~2009.8)

○ 고층건물의 평균 화재진압시간은 5분 37초로 전체 평균 화재진압시간인 4분 27초보다 1분 10초가 더 소요됨²⁰⁾.

- 25층 이상 고층 건축물의 화재진압시간은 평균 7분 1초로 층이 높아질수록 더 많은 시간이 소요됨.

- 화재진압은 소화기, 옥내소화전 등을 활용한 초기대응과 스프링클러 등 자동식 소화설비가 가장 효과적인 것으로 나타남.



〈그림 2-11〉 서울시 고층 건축물 화재 사례

20) “고층건물 화재 초기소화활동 최우선!”, 서울시 소방재난본부·행정안전부 세이프코리아뉴스, 2009.10.15.

3) 초고층 건축물의 화재안전상 문제점 및 개선대책

(1) 주요 문제점

(표 2-12) 초고층 건축물의 화재안전상 문제점

문제점	세부내용
•피난의 난이성	•수직 이동거리 증가로 인한 피난의 장시간 소요, 피난계단의 연기 유입, 다수 대피인원으로 인한 혼란 가중, 조명의 기능상실 등에 의해 피난 시 패닉현상 유발 촉진
•수직공간 높이 증가에 따른 급속한 화재확대 용이성(연돌효과)	•엘리베이터, 전기, 공조기계설비의 샤프트(shaft), 피난계단 등이 연돌효과 현상을 일으켜 연소를 가속화시킬 위험성이 큼.
•제연의 불확실성 및 상층연소 확대 용이성	•내부공간의 복잡다양화, 건물구조상 제약 및 풍해방지 등의 고려에 의한 폐쇄성으로 연기가 복도에 유출 시 배출 곤란 •고층부의 강풍에 의해 연기 및 유독가스가 복도 등 피난경로로의 확산 우려
•화재하중의 증가	•초고층 건축물은 다양한 용도로 공간이 구성되어 있어 화재하중이 증가(에너지 사용량이 많으며, 사용 장소도 다양)
•방화구획의 불안정성	•덕트 내 방화구획의 불안정성, 방화셔터의 비정상 작동으로 인한 연기의 급격한 확산
•화재발생 인자의 다양화	•다양한 건물용도, 불특정 다수인의 사용 등으로 인한 화재유발 인적요소 증가
•건물 미관을 위한 넓은 창면적과 발코니에 의한 화재전파	•확장형 발코니에 의한 화재연소 확대 가능성 및 화염전파 가속화 •건물외벽의 넓은 창면에 의한 상층으로의 급격한 연소 확대
•소방대에 의한 화재진압과 인명구조의 한계	•단시간 내에 화재가 최성기에 도달하며, 수직 동선이 길어 외부에서의 진입과 인명구조에 어려움이 큼.
•화재안전성 확보를 위한 제도의 미비	•초고층 건축물 재난관리를 위한 전문 법률의 미비

참고 : “초고층 건축물의 방재정책 및 제도 개선방안”, 조성완, 2008.

○ 초고층 건물은 수직적 시공으로 인한 화재전파와 연소에 대한 취약성, 지상으로의 피난거리 증가, 소방대원 진입의 어려움 등으로 인하여 대형참사 발생 가능성이 큼.

— 수직구조로 인한 피난의 난이성, 엘리베이터·샤프트(Shaft) 등에 의한 연돌효과²²⁾의 잠재적 위험성, 상층연소 확대 용이성, 소화의 난이성 등의 이유로 일반 건축물에 비하여 화재 위험이 높음²³⁾.

21) 1971년 12월 25일 서울 대연각 호텔의 호텔 로비 커피숍의 프로판가스가 폭발하여 21층이 전소했고, 163명이 사망한 대형 화재사고(부상 63명)

22) 연돌효과(Stack effect)

— 건축물 내부의 온도가 바깥보다 높고 밀도가 낮을 때 건물 내의 공기는 부력을 받아 이동하는데, 이를 ‘연돌효과’ 또는 ‘굴뚝효과’라 함. 수직 공간 내에서 공기가 움직이는 방향은 온도에 따라 달라지는데, 내부온도가 외부온도보다 높으면 아래쪽에서 위쪽으로 흐르고 그와 반대가 되면 위쪽에서 아래쪽으로 흐름.

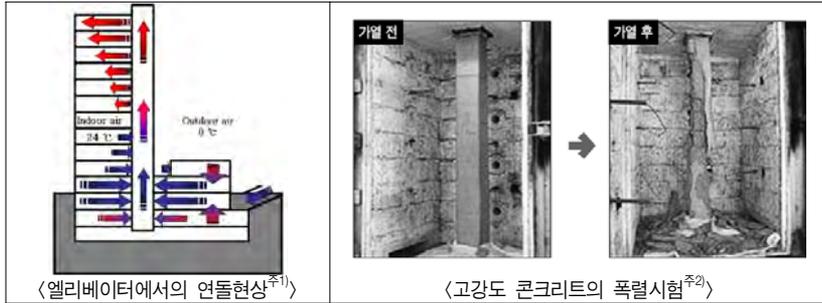
- 플래시오버²⁴⁾ 등이 발생하게 되면 고온의 열과 압력에 의하여 창문이 파괴되며, 분출된 화염과 고온의 연기는 상층 창을 파괴하고 발화시켜 화재를 상층방향으로 전파시킴²⁵⁾.
- 업무용도의 개방형 평면(Open plan)인 경우, 평면을 구획하는 구획벽이 적어 수평 확산이 빠르게 진행되므로 피난에 어려움. 초고층 건축물의 모든 공간에서는 동일한 화재하중이 존재할 수 없으며, 발화조건도 다름.
- 또한, 국내 40층 이상 초고층 건축물에 사용되는 고강도 콘크리트(50MPa 이상)²⁶⁾가 화재발생 시 열에 견디는 내화성능이 급격히 저하되어 폭발하는 폭발현상²⁷⁾ 때문에, 심할 경우 1시간도 버티지 못하고 무너지는 것으로 나타남²⁸⁾.

〈표 2-13〉 화재발생 시 초고층 건축물에서 예상되는 사고유형

사고유형	세부내용
•폐쇄공간(Concealed Space) 화재 감지 및 소화대책 미비	•화재 전파 시 조기발견이 어려움 •조기반응 소화설비 대책 미비
•고강도 철근콘크리트의 내화성	•폭렬로 인한 내화성 감소로 건물붕괴 위험성
•피난경로 및 피난공간 대책 미비	•효율적인 피난공간 미비(피난층의 개념 재정리) •건물의 피난시설 혹은 노약자 및 장애인을 위한 피난안전 구역(Refuge Area) 시설 미비
•창문 등으로 화재 및 연기전파	•건물전체 화재전파위험 상존 •엘리베이터 등을 통한 연기의 연돌효과로 상층부에 급속히 연기확산

참고 : “초고층 건축물의 방재정책 및 제도 개선방안”, 조성완, 2008.

- 23) “초고층 건물의 화재 시 방재·피난계획”, 손봉세·이용재, 2004.5.
- 24) 플래시오버(Flash over)
 - 건축물의 실내에서 화재가 발생하였을 때 발화로부터 화재가 서서히 진행하다가 어느 정도 시간이 경과함에 따라 대류와 복사현상에 의해 일정 공간 안에 열과 가연성가스가 축적되고 발화온도에 이르게 되어 일순간에 폭발적으로 전체가 화염에 휩싸이는 화재현상을 말하며, 이를 순발연소라고도 함.
- 25) “초고층 건물의 화재안전”, 김운형, 2003.9.
- 26) 『고강도 콘크리트 기동·보의 내화성능 관리기준』 국토해양부 고시 제2008-334호
- 27) 폭발현상(Spalling Failure) : 고강도 콘크리트가 400℃ 이상의 고열에서 폭발하는 현상
- 28) “초고층 아파트, 불나면 2시간내 폭삭”, 한국일보, 2007.10.9.
 - 한국건설기술연구원이 한병도 의원(국회 건설교통위원회 위원)에게 제출한 자료



주1 : “초고층 복합건축물 엘리베이터에서의 연돌현상 저감방안 평가”, 유정연 외 2인, 2009.
 주2 : “초고층 아파트, 불나면 2시간내 폭삭”, 한국일보, 2007.10.9.(자료 : 한국건설기술연구원)

〈그림 2-12〉 초고층 건축물의 연돌효과 및 폭발현상

○ 초고층 건축물의 화재위험성에 대응하여 적용할 수 있는 관련 규정의 미비

〈표 2-14〉 국내 건축법과 외국 기준의 비교(아파트의 예)

항목	NFPA 101 ^{주1)}	UBC ^{주2)}	국내 건축법
수용인원 (Occupant Load)	•수용인 밀도 : 1명/18.6㎡ 또는 해당 방이나 부분의 최대 예상 인원수 중 큰 쪽	-	없음
수직개구부 (Vertical Opening)	•원칙적으로 수직개구부는 구획을 포함. - 2개 층만 연결한 경우 완화	•원칙적으로 수직개구부는 구획을 포함. - 일부 완화 허용	•3층 이상 또는 지하층의 경우 층간구획을 함.
막다른 복도 (Dead End)	•스프링클러 설치 시 15m 이내	•6m 이내	없음
공동보행로 (Common Path)	•스프링클러 설치 시 15m 이내	•NFPA와 동일	없음
보행거리 (Travel Distance)	•스프링클러 설치 시 83m 이내	•스프링클러 설비 설치 시 60m 이내	•직통계단까지 30m(주요구조 부가 내화구조 또는 불연재료 50m), 16층 이상 공동주택은 40m 이하
피난출구 수 (Number)	•층당 2개 이상	•10명 이상 수용 : 2개 이상 •501~1,000명 수용 : 3개 이상 •1,000명 이상 수용 : 4개 이상	•공동주택의 경우 층당 4세대를 초과하여 바닥면적 300㎡ 이상인 경우 : 2개 이상
출입문의 이격거리 (Separation)	•거실 대강선 가벽의 1/2 이상스프링클러 설치 시 1/3 •3개 이상 문 설치 시, 최소 2개는 위의 조건을 만족할 것	•NFPA와 동일	없음
출입문의 용량 (Capacity)	•수평피난 시(문,복도) 0.2in/1명 •수직피난 시(계단실) 0.3in/1명	•NFPA와 동일 - 수용인원에 적절하게	없음
건물 외부로부터의 출구(Discharge)	•모든 출입문은 공공도로나 외부로부터 연결될 것	•피난계단은 외부까지 연결 (예외 : 미구획된 계단이나 램프, 외부공간은 공공도로)	-
특별피난계단	•방연계단실	•급기가입부속실	•특별피난계단(시행령 제35조)
비상용 승강기	•피난로의 구성요소로 간주될 수 없으나, 접근 가능한 피난로의 구성요소로 허용	•NFPA와 동일	•41m 이상 건물에 설치
헬리포트	-	-	•11층 이상의 바닥면적 합계 10,000㎡ 이상인 경우 설치

참고 : “초고층 건물의 방재 안전 현황과 대책”, 백민호, 2008.6.

주1 : National Fire Protection Association(미국 방화협회)

주2 : ICBO(International Conference of Building Officials)의 Uniform Building Code(UBC)

- 국내 건축법에서는 초고층 건축물의 정의(시행령 제2조 제15호), 피난안전구역(중간 대피층) 설치(시행령 제34조 제3항) 규정 이외에는 별도의 규정이 없음.

- 초고층 건축물의 층수와 면적 등에 의한 특별피난계단의 설치, 방화구획 설정, 옥상광장의 설치, 배연설비 등에 관한 세부규정이 필요함.
- 초고층 건축물의 소방시설 설치기준도 일반 건축물의 규정을 적용하고 있으며, 옥내소화전설비, 스프링클러의 설치, 경보·감지설비, 제연설비 강화, 구조재의 내화성능확보²⁹⁾ 등을 포함하는 관련 법규의 강화가 요구됨.

(2) 개선대책

① 국외 초고층 건축물의 화재안전대책 사례

○ 두바이 부르즈 칼리파(162층, 828m)

- 25개 층마다 중간 대피층(피난안전구역)을 설치하고, 피난계단 안에 양방향 통신설비 완비³⁰⁾(<표 2-15>, <그림 2-13>)

- 빌딩 건설은 80MPa의 초강도 콘크리트(일반 아파트용 콘크리트의 3배)를 사용하였으며, 초속 55m의 강풍에도 견디고 리히터 규모 6의 지진에도 문제가 없도록 설계됨.
- 또한, 모든 디지털 장비가 불통될 때를 대비하여 육성경보시스템을 확보하였으며, 빌딩 내부에 설치된 엘리베이터는 침탐 관리용을 포함하여 총 58대임.

○ 대만 타이페이 101빌딩(101층, 492m) 및 일본

- 타이페이 101빌딩은 8개 층마다 촘촘히 피난안전구역을 설치하였으며, 비상시 승강기 일부를 대피용으로 전환함³¹⁾(<그림 2-13>).

29) <제4장> 참조

30) <http://www.burjdubaisamsung.co.kr>

- 내진성을 강화하기 위해 주 거더³²⁾와 파사드³³⁾들은 mega-column에 용적되었으며, 유연성을 배가시키기 위해 용접부 옆에서 주 보의 플랜지³⁴⁾ 두께를 감소시켰음.
 - 구조체 설계의 법적 기준은 100년 쇼크와 950년 이벤트에 견디는 것을 요구하지만, 실제로 2,500년 쇼크에도 견디도록 설계되었음.
- 일본에서는 고층빌딩에서 비상상황이 발생하였을 때 구조가 쉽도록 외벽 창에 빨간색 역삼각형 표시를 하여 비상시 이 표시가 있는 창문을 깨고 구조함(조선일보, 2010.6.22).

〈표 2-15〉 국내·외 초고층 건축물 재난안전시설 현황

건물명	부르즈 칼리파	타이페이 101 빌딩	국내 A 빌딩	국내 B 빌딩
위치	두바이	대만 타이페이	한국 부산	한국 서울
높이	828m	509m	250m	249m
피난안전구역	25개층마다 설치	8개층마다 설치	30개 층마다 설치 예정	없음
피난계단 내 통신설비	양방향 설비	양방향 설비	없음	없음
경보시스템	육성경보시스템	육성경보시스템	비상벨 경보시스템	비상벨 경보시스템
마감재	불연재	불연재	상가만 불연재	불연재·가연재 혼합
엘리베이터	비상시 사용 가능	대피용 전환 가능	비상시 사용 불가	비상시 사용 불가
비상엘리베이터	3대	3대	1대	2대

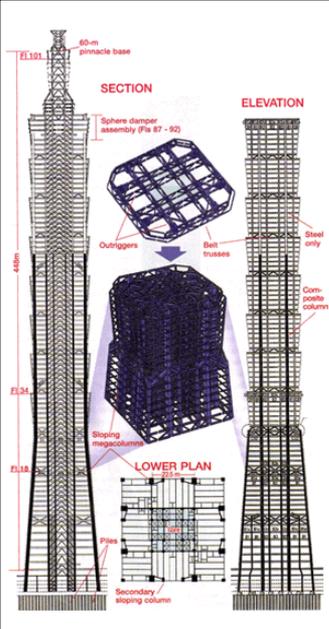
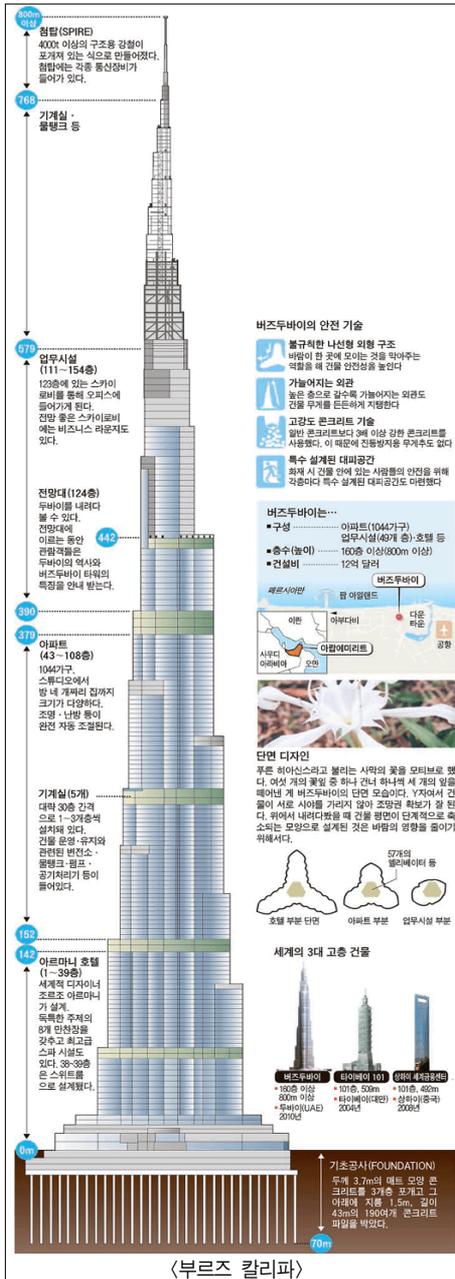
참고 : "해외 초고층빌딩은... 부르즈 칼리파, 피난계단에 양방향 통신설비 갖춰", 조선일보(자료 : 소방방재청), 2010.6.22.

31) <http://blog.naver.com/dantesj/100018367622>

32) 거더(girder) : (철제)대들보[도리]

33) 파사드(facade) : 건축물의 주된 출입구가 있는 정면부로, 내부 공간구성을 표현하는 것과 내부와 관계없이 독자적인 구성을 취하는 것 등이 있음.

34) 플랜지(flange) : 부품의 보강을 위하여 원기둥 위에 둘러 붙인 자루



〈부르즈 칼리파〉 〈타이페이 101빌딩〉

참고 : <http://www.burjdubaisamsung.co.kr/>, <http://blog.naver.com/dantesj/100018367622>

〈그림 2-13〉 국외 초고층 건축물의 재난안전시설 사례

② 주요 개선대책

○ 성능위주설계³⁵⁾ 소방대상물의 확대 실시

—현재 「소방시설공사업법」 시행령 제2조의2(성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물의 범위)에서는 아파트(주택으로 쓰이는 층수가 5개 층 이상인 주택)³⁶⁾가 성능위주설계 소방대상물³⁷⁾에서 제외되어 있음.

- 화재발생 시 가장 많은 인명피해가 발생할 수 있는 초고층 아파트와 복합건축물 등을 성능위주설계 대상물에 포함하여 초고층 건축물의 화재안전성을 적극적으로 확보하여야 함.
- 또한, 초고층 건축물 설계 시 제한 요소로 작용되는 건폐율, 용적률, 높이제한, 공지확보 등의 집단규정과 방화·피난, 승강기, 헬리포트, 주차대수 산정, 피뢰설비와 배연창·배연설비 등 제연관련 규정은 좀 더 철저한 성능위주설계를 위한 제도적 보완이 계속적으로 요구됨³⁸⁾.

○ 「건축법」상 건축물 구조에 대한 성능위주설계 도입

35) 성능위주설계(「소방시설공사업법」 제11조 제2항 및 제4항)

—②특정소방대상물(신축의 경우에 한한다)에 대하여는 해당 특정소방대상물의 용도·위치·구조·수용인원·가연물의 종류 및 양 등을 고려하여 설계(이하 “성능위주설계”라 한다)하여야 한다.

④성능위주설계의 방법 그 밖에 필요한 사항은 소방방재청장이 정하여 고시한다.

36) 「소방시설설치유지및안전관리에관한법률」 시행령 제5조(특정소방대상물)에 의한 <별표 2>의 제8호가목

37) 「소방시설공사업법」 시행령 제2조의2(성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물의 범위)

—법 제11조제2항에 따른 성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 신축 건축물을 말한다.

1. 연면적 20만 제곱미터 이상인 특정소방대상물. 다만, 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」시행령 별표 2 제8호가목의 아파트를 제외한다.
2. 건축물의 높이가 100미터 이상인 특정소방대상물(지하층을 포함한 층수가 30층 이상인 특정소방대상물을 포함한다). 다만, 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」시행령 별표 2 제8호가목의 아파트를 제외한다.
3. 연면적 3만 제곱미터 이상인 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」시행령 별표 2 제4호마목 및 바목의 철도역사·공항시설
4. 하나의 건축물에 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」제2조제10호에 따른 영화촬영관이 10개 이상인 특정소방대상물

38) “초고층 건물의 성능위주 소방 설계방안에 관한 연구”, 백민호, 2007.

- 초고층 건축물은 관련 법규의 일률적 기준만으로는 충분한 안전을 확보할 수 없음. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 소방법과 마찬가지로 『건축법』도 성능위주 건축설계를 도입하여 건축물 구조에 대한 확실한 안전을 확보하여야 함.

- 또한, 콘크리트의 내화성능설계를 위해서는 폭렬 대책이 선결되어야 하며, 화재안전설계를 위한 소방법과 건축법의 상호보완을 기반으로 콘크리트의 성능설계기법에 대한 규정이 필요함.

○ 초고층 건축물의 소방방재안전을 위한 기본계획 수립³⁹⁾

- 초고층 건축물에서의 화재, 지진, 폭발 및 테러 발생 등에 대비하여, 거주자의 안전을 지키기 위한 소방방재시스템 기본계획 수립이 필요함.

- 초고층 건축물의 소방방재시스템의 기본계획은 배치계획, 발화방지계획, 연소 확대방지계획, 피난계획, 방·배연계획, 내화설계, 소화설비설계, 공간구조, 유지관리 등이 유기적으로 작동하도록 하는 것임.
- 특히, 잠재된 화재위험요소와 문제점을 정확히 파악하여, 화재·지진·폭발·테러 등 기타 예측 가능한 사태에 노출되었을 때, 최소한의 안전 수준 확보를 위한 가이드를 제정하여야 함.
- 소방방재시스템 기본계획의 세부내용에는 일반사항(비상준비계획 및 대피훈련 등), 피난 및 탈출경로 확보, 화재안전피난시스템 강화, 폭발안전, 생화학 무기 등 테러에 대한 고려, 재난관리종합시스템 구축, 제도적 개선사항 등이 포함되어야 함.

39) “초고층건축물 소방방재시스템의 기본계획”, 손봉세, 2006.4.

〈표 2-16〉 초고층 건축물의 소방방재시스템 기본계획 수립을 위한 주요 내용

구분	주요 내용	비고
①일반사항	<ul style="list-style-type: none"> 설계자·시공자, 관리자·소유자·세입자 및 소방대 등 대상 건축물의 관련자 비상준비계획 및 대피훈련, 건축물 검사 및 테스트 계획, 인접건물의 근접성, 접근성에 대한 고려(접근 제한으로 건물안전 확보), 건물 제어 시스템, 내진설계 등에 대한 기본계획 수립 	
②피난 및 탈출경로 확보	<ul style="list-style-type: none"> 피난안전구역 설치 및 주요 피난시설 강화 중간 대피층, 층별 비상구 및 계단, 전실 및 계단 가압, 표시, 교육훈련 	〈제3장〉
③화재안전시스템 강화	<ul style="list-style-type: none"> 주요 소방시설의 강화 지동식 스프링클러시스템, 급수시스템, 경보시스템, 화재·연기감지 및 제어시스템, 소화용수설비, 비상전원시스템, 통신시스템, 통합자동관리시스템, 가연성물질의 관리, 외부구조 등의 강화 건축물 재료(고강도 콘크리트)의 구조적 보강조치 	〈제4장〉
④폭발안전	<ul style="list-style-type: none"> 폭발에 의한 잠재적 피해의 최소화 대책 수립 인접시설, 건물의 위치, 주차공간에 대한 감지시스템, 하역장과 우편물 처리장, 주요 비상장비 및 에너지 공급원 보호 	
⑤생화학 무기 등 테러에 대한 고려	<ul style="list-style-type: none"> 건축물의 공기 흡입·조절·검출시스템의 안전 확보 공기흡입그릴, 공기조화시스템, 공기상태검출시스템 	
⑥재난관리종합 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> 3D 실내공간정보를 활용한 건축물 재난관리종합시스템 구축 재난대응시스템, 재난·테러 및 안전 정보관리시스템, 그 밖에 관리 주체가 필요로 하는 사항 	〈제5장〉
⑦제도적 개선	<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물에 대한 「건축법」 및 「소방법」 관련 제도개선 <ul style="list-style-type: none"> 「건축법」, 「소방기본법」, 「소방시설공사업법」, 「소방시설설치유지 및안전관리에관한법률」 등 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법안(2009년 3월 31일 발의)」 입법 추진 <ul style="list-style-type: none"> 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 동년 10월 법사위원회 심사 및 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행 예정 	

참고 : 「초고층건축물 소방방재시스템의 기본계획」, 손봉세, 2006.4.(일부 내용 추가),
 “NFPA 101 Life Safety Code”, National Fire Protection Association, 2000.

- 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안」(2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회 통과)에 의한 제도적 보완(부록 1)
 - 현재 「서울특별시 초고층 건축물 가이드라인」(서울시, 2009. 8)이 적용되고 있지만, 상기 특별법의 조속한 시행을 통하여 초고층 건축물 및 주변지역들에 대한 재난관리체계를 확립하여야 함.
 - 특별법안의 주요 내용(<표 2-17> ~ <표 2-21>)

〈표 2-17〉 사전재난영향성 검토 및 협의

◆ 사전재난영향성 검토·협의(특별법안 제6조 및 제7조)

•초고층 등 건축물 인·허가 전에 시·도 재난안전대책본부장은 화재, 폭발, 테러 등 각종 재난에 대한 사전재난영향성을 검토·협의하여야 함(안 제6조).

-사전재난영향성검토 협의 내용(안 제7조)

- ① 종합방재실 설치 및 재난관리종합시스템 구축 계획
- ② 내진설계 및 계층설비 설치계획
- ③ 공간 구조 및 배치계획
- ④ 소방설비·방화구획 및 피난안전구역 설치계획
- ⑤ 방·배연 및 제연계획, 발화 및 연소확대 방지계획
- ⑥ 피난시설 및 피난유도계획
- ⑦ 방법·보안, 테러대비 시설설치 및 관리계획
- ⑧ 지하공간 침수방지계획
- ⑨ 그 밖의 대통령령으로 정하는 사항

〈표 2-18〉 재난예방 및 피해경감대책의 수립·시행

◆ 재난예방 및 피해경감대책의 수립·시행(특별법안 제9조)

•관리주체는 초고층 등 건축물에 대한 효율적인 재난관리를 위해 재난예방 및 피해경감대책을 수립·시행하여야 함.

-재난예방 및 피해경감대책에 포함되어야 하는 내용

- ① 재난 유형별 대응·상호응원 및 비상전파 계획
- ② 피난시설 및 피난유도계획
- ③ 재난 및 테러 등 대비 교육·훈련계획
- ④ 재난 및 안전관리 조직의 구성·운영
- ⑤ 시설물의 유지관리계획
- ⑥ 소방시설 설치·유지 및 피난계획
- ⑦ 전기·가스·기계·위험물 등 다른 법령에 의한 안전관리계획
- ⑧ 건축물의 기본현황 및 이용계획
- ⑨ 그 밖의 대통령령으로 정하는 필요한 사항

〈표 2-19〉 재난 및 안전관리협의회 구성·운영과 통합안전점검의 실시

- ◆ 재난 및 안전관리협의회 구성·운영(특별법안 제11조)과 통합안전점검의 실시(특별법안 제12조)
 - 관계지역 안에 초고층 등 건축물의 관리주체가 2 이상인 경우 재난 및 안전관리협의회를 구성·운영하여야 하며, 관리자 주도의 통합안전점검 시행을 시·도본부장에게 요청할 수 있음.
 - 통합안전점검 계획에 포함하는 내용
 - ① 「시설물 안전관리에 관한 특별법」 제6조에 의한 안전점검
 - ② 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제4조에 의한 소방검사
 - ③ 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제13조에 의한 다중이용업주의 안전시설 등에 대한 정기점검
 - ④ 「주택법」 제50조에 의한 안전점검
 - ⑤ 「고압가스안전관리법」 제16조의2에 의한 정기검사 및 수시검사
 - ⑥ 「도시가스사업법」 제17조에 의한 정기검사 및 수시검사
 - ⑦ 「전기사업법」 제65조에 의한 정기검사와 동법 제66조의2에 의한 다중이 이용하는 시설 등의 전기안전점검

〈표 2-20〉 총괄재난관리자의 지정

- ◆ 총괄재난관리자의 지정(특별법안 제15조)
 - 총괄재난관리자 지정 및 관계지역 안의 재난관리 업무 협의·조정을 위해 대표총괄관리자를 선임하여야 함.
 - 총괄재난관리자의 주요 업무
 - ① 재난 및 안전관리 계획의 수립에 관한 사항
 - ② 제9조에 따른 재난예방 및 피해경감계획의 수립·시행에 관한 사항
 - ③ 제12조에 따른 통합안전점검 실시에 관한 사항
 - ④ 제13조에 따른 교육 및 훈련에 관한 사항
 - ⑤ 제14조에 따른 재난예방 홍보에 관한 사항
 - ⑥ 제16조에 따른 종합방재실의 설치·운영에 관한 사항
 - ⑦ 제17조에 따른 재난관리종합시스템의 구축·운영에 관한 사항
 - ⑧ 제18조에 따른 피난안전구역 설치·운영에 관한 사항
 - ⑨ 제19조에 따른 유해·위험물질의 관리 등에 관한 사항
 - ⑩ 제23조에 따른 긴급출동대 구성·운영에 관한 사항
 - ⑪ 제25조에 따른 대피 및 피난유도에 관한 사항
 - ⑫ 그 밖에 재난 및 안전관리에 관한 사항으로서 행정안전부령이 정한 사항

〈표 2-21〉 재난관리종합시스템 구축 및 피난안전구역 설치

- ◆ 종합방재실의 설치·운영(특별법안 제16조) 및 재난관리종합시스템의 구축(특별법안 제17조)
 - 통합적 재난관리를 위하여 종합방재실의 설치·운영 및 재난관리종합시스템을 구축하고, 유해·위험물질에 대한 관리시스템(안 제19조)을 정비하여야 함.
 - 재난관리종합시스템 구축 시, 포함하여야 하는 내용
 - ① 재난대응시스템
 - 가. 재난상황 감지 및 전파시스템
 - 나. 방재의사결정 지원 및 재난 유형별 대응시스템
 - 다. 피난유도 및 상호응원시스템
 - ② 재난·테러 및 안전 정보관리시스템
 - 가. 취약지역 안전점검 및 순찰정보 관리
 - 나. 유해·위험물질 반·출입 관리
 - 다. 소방시설·설비 및 방화관리 정보
 - 라. 방범·보안 및 테러대비 시설관리
 - ③ 그 밖에 관리주체가 필요로 하는 사항
- ◆ 피난안전구역 설치(특별법안 제18조 및 제20조)
 - 재난발생 시 안전하게 대피할 수 있는 피난안전구역을 설치하여야 하고, 재난관련 시설·설비 등을 강화하여 적용할 수 있음.

제3장 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치 기준 확립

제1절 기본 방향

제2절 피난시나리오

제3절 피난시물레이션 분석을 통한 중간
대피층 설치기준(1단계)

제4절 화재시물레이션 분석을 통한 초고층
건축물의 피난안전성평가(2단계)

제5절 초고층 건축물의 중간 대피층 최종
설치기준 확립

제 3 장

초고층 건축물의 중간 대피층(피난 안전구역) 설치기준 확립

제1절 기본 방향

1. 중간 대피층 정의 및 제도적 문제점

1) 중간 대피층

○“중간 대피층”은 초고층 건축물의 지상층으로부터 최대 30개 층⁴⁰⁾마다 설치하는 1개 층⁴¹⁾의 대피공간을 말하며, 화재발생 시 재실자들이 대피할 수 있는 피난안전구역임.

—일반적으로 “대피층”은 “중간 대피층”과 “옥상⁴²⁾”을 포함하며, 피난층⁴³⁾은 지상으로 빠져나갈 수 있는 출입구가 있는 건축물의 1층을 의미함.

40) 『건축법』 시행령 제34조(직통계단의 설치) 제3항

41) 『건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙』 제8조의2(피난안전구역의 설치기준) 제1항
—시행령 제34조제3항에 따라 설치하는 피난안전구역(이하 “피난안전구역”이라 한다)은 해당 건축물의 1개층을 대피공간으로 하며,[본조신설 2010.4.7]

42) 『건축법』 시행령 제40조제2항

43) 『소방시설설치유지및안전관리에관한법률』 시행령 제2조제2호

〈표 3-1〉 현행법상 중간 대피층, 옥상 및 피난층 설치 기준

◆ 중간 대피층(피난안전구역)

- 「건축법」 시행령 제34조(직통계단의 설치) 제3항
 - 초고층 건축물에는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단과 직접 연결되는 피난안전 구역(초고층 건축물의 피난·안전을 위하여 지상층으로부터 최대 30개 층마다 설치하는 대피공간을 말한다. 이하 같다)을 설치하여야 한다. <신설 2009.7.16>
- 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제8조의2(피난안전구역의 설치기준)
 - ① 시행령 제34조제3항에 따라 설치하는 피난안전구역(이하 “피난안전구역”이라 한다)은 해당 건축물의 1개 층을 대피공간으로 하며, 대피에 장애가 되지 아니하는 범위에서 기계실, 보일러실, 전기실 등 건축설비를 설치하기 위한 공간과 같은 층에 설치할 수 있다. 이 경우 피난안전구역은 건축설비가 설치되는 공간과 내화구조로 구획하여야 한다.
 - ② 피난안전구역에 연결되는 특별피난계단은 피난안전구역을 거쳐서 상·하층으로 갈 수 있는 구조로 설치하여야 한다.
 - ③ 피난안전구역의 구조 및 설비는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.
 1. 피난안전구역의 바로 아래층 및 윗층은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조제1항제1호에 적합한 단열재를 설치할 것. 이 경우 아래층은 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 기준을 준용하고, 윗층은 최하층에 있는 거실의 바닥 기준을 준용할 것
 2. 피난안전구역의 내부마감재료는 불연재료로 설치할 것
 3. 건축물의 내부에서 피난안전구역으로 통하는 계단은 특별피난계단의 구조로 설치할 것
 4. 비상용 승강기는 피난안전구역에서 승하차할 수 있는 구조로 설치할 것
 5. 피난안전구역에는 식수공급을 위한 급수전을 1개소 이상 설치하고 예비전원에 의한 조명설비를 설치할 것
 6. 관리사무소 또는 방재센터 등과 긴급연락이 가능한 경보 및 통신시설을 설치할 것

◆ 옥상

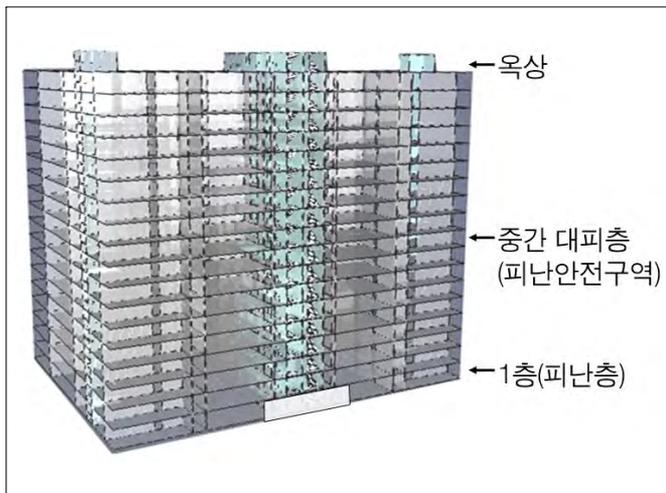
- 「건축법」 시행령 제40조(옥상광장 등의 설치) 제2항
 - 5층 이상인 층이 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원은 제외한다), 종교시설, 판매시설, 위락시설 중 주점영업 또는 장례식장의 용도로 쓰는 경우에는 피난 용도로 쓸 수 있는 광장을 옥상에 설치하여야 한다.

◆ 피난층

- 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 시행령 제2조제2호
 - “피난층”이라 함은 곧바로 지상으로 갈 수 있는 출입구가 있는 층을 말한다.

- 중간 대피층의 주요 기능

- 화재발생 시 대피동선의 재탈출을 위한 휴식 공간
- 화재진압을 위한 전진 기지
- 대피를 보조하기 위한 구조인력의 지휘소 역할
- 재해약자의 구조 대기용 거처
- 자체 방화설비를 통한 화재 확산의 제어



참고 : 대피층은 중간 대피층과 옥상을 포함

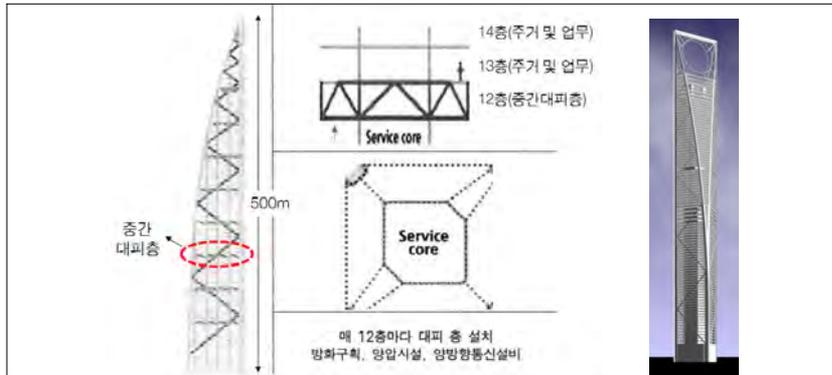
〈그림 3-1〉 중간 대피층, 옥상 및 피난층

2) 외국의 중간 대피층 설치 사례

○ 중국에서는 100m를 초과하는 공공건축물에 대해서는 15개 층마다 대피층 설치를 강제하고 있음⁴⁴⁾.

- 홍콩은 25층을 초과하는 모든 건축물에서 아래층으로 대피할 때, 20에서 25개 층 사이의 간격마다 대피층을 설치하도록 규정⁴⁵⁾

44) 中華人民共和國 國家標準-高層民用建築設計防火規範 GB, 50045-95, 1997年版



참고 : “초고층 건물의 방재 안전 현황과 대책”, 한국행정학회, 백민호, 2008.6.

〈그림 3-2〉 중국 상하이 국제금융센터(World Financial Center) 대피층 사례

〈표 3-2〉 국내·외 중간 대피층 관련 규정

국가	중간 대피층 관련 규정
우리나라	•50층 이상, 높이 200m 이상의 건축물은 중간 대피층을 최대 30개층 마다 설치
중국	•100m를 초과하는 공공건축물에서 15층마다 중간 대피층 설치 - 대피층의 최소면적기준은 5명/m임. 대피층을 기준으로 상층부와 하층부의 피난계단이 분리되어야 함.
홍콩	•25층을 초과하는 모든 건축물은 20~25층 사이의 간격마다 대피층 설치
미국	•미국소방협회(NFPA) 101 인명안전규정에서는 대피공간을 방화설비와 구획, 둘 이상의 피난경로를 갖춘 공간 또는 건물 내에서 화재와 분리되어 안전지대로의 접근을 확보하여 피난여유시간을 벌어주는 역할을 하는 공간으로 정의(소극적 권장 사항) - 단, 일정한 소방관련 설비를 갖추지 못할 경우, 장애인 관련 법규 ADA(Americans with Disabilities Act)를 통해 임시 대피공간을 의무화
캐나다	•층 전체 혹은 별도의 공간을 대피공간으로 마련하는 것이 건물주에게 부담이 될 수 있기 때문에, 기존 건축물의 공간 활용을 제시(엘리베이터 로비, 계단참, 고층 건축물의 브리지, 아파트 발코니 등과 같은 공간으로 대체)

참고 : “초고층 건축물의 ‘대피층’ 및 ‘대피공간’ 개념도입방안”, 최재필 외, 2005.11.

“초고층 건축물의 위험요소를 고려한 성능위주 피난설계 가이드라인”, 신호정 외 2인, 2009.

45) “초고층 건축물의 ‘대피층’ 및 ‘대피공간’ 개념도입방안”, 최재필 외, 2005.11.

- 고층건물에서 지상층을 통해 아래로 피난하는 과정에서 5분 이상 피난시간이 지연되게 되면 피난자는 통상적으로 신체적 피로를 경험하게 됨(Egan, 1986). 일반적으로 층당 2.8m의 천정고를 가지는 건축물에서 아래층으로 대피할 때, 피난자의 층당 평균 대피속도는 약 16 초이며(Pauls, 1998), 이를 근거로 하여 홍콩에서는 25층을 초과하는 모든 건축물에 20개 층에서 25개 층 사이의 간격마다 대피층을 설치하도록 규정하고 있음(Lo · Fang · Chen, 2001).

3) 현행 제도상의 문제점

(1) 문제점

○ 일률적인 중간 대피층 설치 기준

－ 현행 「건축법」에서는 건축물 층수와 바닥면적을 고려하지 않고, 모든 초고층 건축물에 대하여 일률적으로 최대 30개 층마다 중간 대피층을 설치하도록 되어 있음.

- 이러한 일률적 기준 때문에 초고층 건축물 재실자들이 피난안전 확보에 어려움.
- 현재 초고층 건축물의 층수와 높이 기준(층수가 50층 이상이거나, 높이가 200미터 이상)이외의 세부 건축기준은 아직 마련되지 않고 있으며, 50층 미만의 일반건축물에 적용되는 최소한의 기준을 초고층 건축물에 동일하게 적용하고 있음.

(2) 개선방안

○ 초고층 건축물의 바닥면적, 높이, 용도 등에 따라서 중간 대피층 설치간격 및 세부 건축기준을 마련하여야 함.

－ 재실자들의 피난안전 확보를 위해서는 50층 미만 건축물에 대한 중간 대피층 설치 세부 규정도 필요

2. 기본 방향 및 주요 추진 내용

1) 기본 방향

○ 초고층 건축물의 높이 및 바닥면적에 따라 재실자들의 안전한 대피를 위한 중간 대피층 설치기준을 확립함.

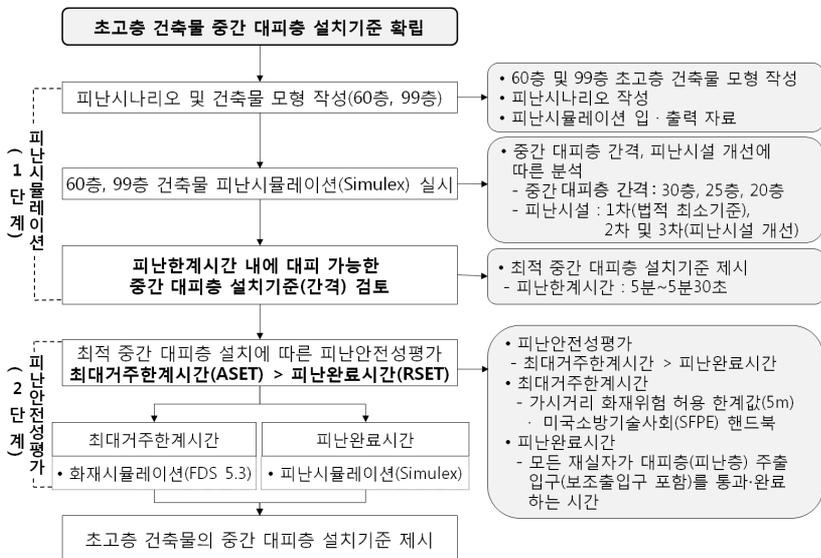
－ 현행 「건축법」 시행령 제34조제3항에서 최대 30개 층마다 설치하도록 되어 있는 중간 대피층을 건축물의 높이 및 바닥면적에 따라 가장 적절한 간격의 중간 대피층 설치기준 제시

2) 추진 내용

- 60층과 99층⁴⁶⁾ 초고층 건축물에 대하여 피난시물레이션 및 화재시물레이션 분석을 통한 피난안전성평가를 실시함.

〈표 3-3〉 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준(간격) 확립을 위한 주요 추진 내용

구분	주요 추진 내용	세부 사항
1단계	• 60층, 99층 초고층 건축물의 피난시물레이션 분석을 통한 중간 대피층 설치기준(간격) 제시(제3절)	• 30층, 25층, 20층마다 중간 대피층 설치 시, 피난인원의 최종 피난시간과 피난한계시간(5분~5분30초)을 비교 분석(〈표 3-4〉)
2단계	• 대상 초고층 건축물의 화재위험성 검증을 위한 피난안전성평가(제4절)	• 피난시물레이션분석에서 제시된 중간 대피층 설치(예 : 25층 간격) 초고층 건축물(60층 및 99층)을 대상으로 화재시물레이션 분석을 통한 화재확산 양상과 피난인원의 대피시간 확인



〈그림 3-3〉 중간 대피층 설치기준 확립을 위한 주요 업무 프로세스

46) 이번 연구에서 사용된 피난시물레이션 프로그램(Simulex)의 분석한계가 최대 100층임 (옥상을 대피층으로 간주하여 99층에 대한 분석 실시).

(1) 1단계 : 피난시물레이션 분석(제3절)

○주요 수행사항

-60층 및 99층 초고층 건축물에 대하여 지상층으로부터 30층, 25층, 20층
마다 중간 대피층을 설치하고, 피난시물레이션 분석을 통한 재실자의 최
종 피난완료시간을 비교·검토

- 피난한계시간 내에 모든 사람들이 대피할 수 있는 중간 대피층 설치기
준을 제시하고, 화재발생 시 병목현상이 가장 심하게 발생할 수 있는
주요 피난시설들의 개선방안 수립
- 피난계단의 수와 폭, 계단 출입구의 폭, 주 출입구의 폭 등에 대
하여 법적(건축법) 기준 및 확장 설치(개소 수 증가, 폭 확장)에
따른 재실자의 피난완료시간과 피난한계시간(5분~5분30초⁴⁷⁾)을
비교·분석
- 실제 사례들에서 관찰되었던 피난시간 및 피난시물레이션 분석
사례들에 의하면, 20층 이상의 건물에서는 적은 피난인원이라도
모두가 5분 이내에 건물을 탈출할 가능성은 거의 없음⁴⁸⁾.

〈표 3-4〉 피난인원, 피난완료시간 및 피난한계시간

구분	주요 내용
•피난인원(피난자)	•피난층(1층)과 대피층(중간 대피층, 옥상)으로 이동하는 피난 및 대피 인원을 피난인원으로 칭함.
•피난완료시간	•모든 재실자가 피난층 혹은 대피층의 주출입구(보조출입구 포함)를 최종적으로 통과·완료하는 시간
•피난한계시간	•고층건물에서 지상층을 통해 아래로 피난하는 과정에서 5분(최대 5분30초) 이 상 피난시간이 지연되게 되면, 피난자는 통상적으로 신체적 피로를 느끼게 되는 데, 이를 피난한계시간으로 정함.

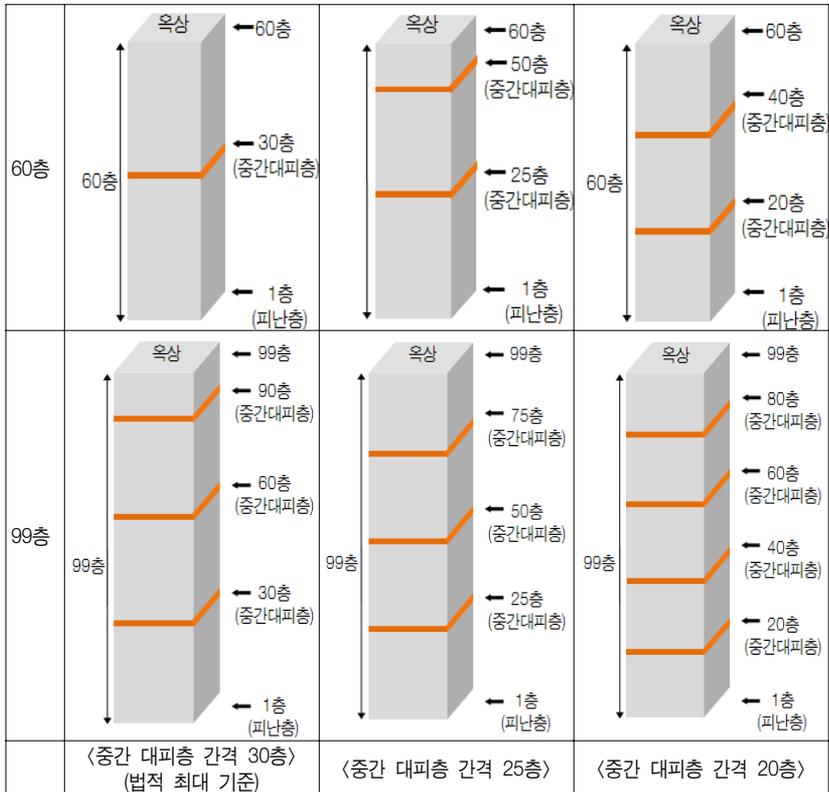
47) “초고층 건축물의 ‘대피층’ 및 ‘대피공간’ 개념도입방안”, 최재필 외, 2005.11.,
“Concept in building fire safety”, Egan, M., 1986.

48) “Use of modified network model for analysing evacuation patterns in high-rise building”, Lo ·
Fang · Chen., 2001.

〈표 3-5〉 1단계 피난시뮬레이션 분석 시 주요 수행사항

높이(층)	바닥면적	주요 수행사항	
		세 가지 경우의 중간 대피층 설치간격 분석 (「건축법」 시행령 제35조)	계단 폭 확대 및 피난계단 개수 추가 설치 (「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제8조, 제9조, 제15조)
60	5,600㎡ (70m×80m)	<ul style="list-style-type: none"> •30층마다 설치할 경우 (법적 최대 기준) •25층마다 설치할 경우 •20층마다 설치할 경우 	<ul style="list-style-type: none"> •계단 폭 및 출입구 넓이 <ul style="list-style-type: none"> -법적기준 : 계단 폭(1.2m), 출입구(0.9m) -확장 시 : 계단 폭(1.6m), 출입구(1.2m) •피난계단 수 <ul style="list-style-type: none"> -법적 기준 : 층 바닥면적이 2,000㎡ 넘는 2,000㎡ 이내마다 1개소 설치 -추가 설치 : 층 바닥면적이 2,000㎡ 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개소 설치
99	10,000㎡ (100m×100m)		

참고 : 세부내용은 제3절 참조

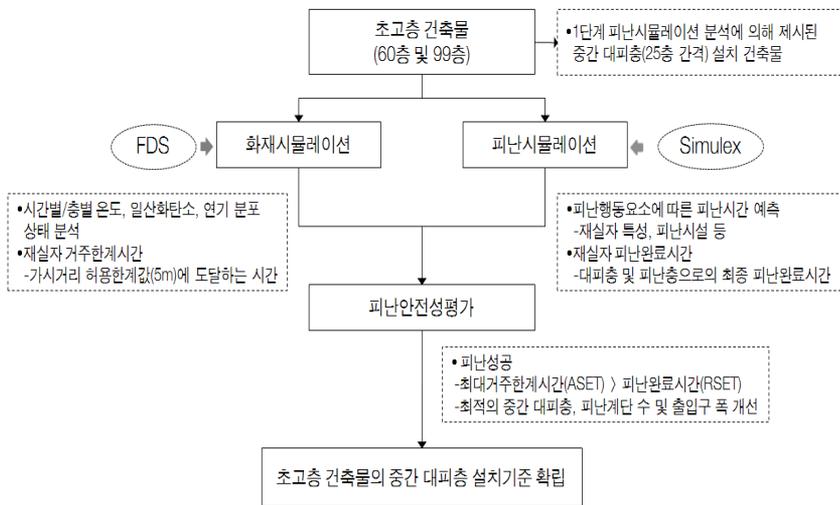


〈그림 3-4〉 중간 대피층 간격에 따른 60층 및 99층 건축물 모형

(2) 2단계 : 화재위험성 검증을 위한 피난안전성평가(제4절)

○ 피난시물레이션 분석에 의하여 제시된, 중간 대피층이 설치된 초고층 건축물을 대상으로 화재시물레이션을 실시하여, 건축물의 화재확산 양상 및 연기유동과 최종 피난완료시간을 확인함.

– 또한 재실자의 최대거주한계시간과 최종 피난완료시간을 비교하여 대상 건축물의 피난안전성을 평가함⁴⁹⁾.



〈그림 3-5〉 초고층 건축물의 피난안전성평가 프로세스

49) 미국소방기술사회(SFPE, Safety Fire Protection Association) 핸드북, 2002.

– 재실자가 실내에 거주할 수 있는 최대거주한계시간은 가시거리 허용한계값(5m)에 도달하는 시간으로 측정함(제4절 참조).

제2절 피난시나리오

1. 피난시나리오

- 피난시작위치
 - 피난인원이 피난을 시작하는 시점은 사무실 및 침대의 바로 옆 위치로 가정
- 발화지점
 - 건축물 내 특정한 위치에서 화재가 발생하는 것을 가정하지 않았음.
 - 모든 피난경로가 안전하며, 피난인원은 가장 가까운 대피장소나 피난 장소로 이동함.
- 대피경로
 - 피난시뮬레이션 프로그램인 Simulex⁵⁰⁾의 자체 가정을 활용함.
 - 엘리베이터 대신 계단을 이용하여, 대피층(중간 대피층, 옥상) 또는 피난층(1층)까지 최단경로로 피난 목적지까지 이동함. 이동 중 인원밀집으로 인한 병목지체는 고려되나, 사고로 인한 지체는 고려되지 않음.
- 피난인원 특성
 - Simulex 옵션 중에서 한국인 체형 및 주거용도와의 유사성을 고려하여 “Japan:Hall/Hotel+”을 선택 적용함.
 - 층별 피난인원은 가능한 한 골고루 분포시킴.

〈표 3-6〉 Simulex 피난인원 특성 중 “Japan:Hall/Hotel+”에 대한 내용

Body type index	Body type name	Total Radius(m) of body circle	Radius (m) of main torso circle	Radius (m) of shoulder circles
27	Japan : Hall/Hotel+	0,25	0,15	0,10
Unimpeded walking velocity on flat terrain	Distributed variation of unimpeded walking velocity on flat terrain(+/-)	multiplication factor for walking speed down stairs	multiplication factor for walking speed up stairs	Body color(0-19)
1,0	0,0	0,6	0,45	13

50) 피난시뮬레이션은 영국의 IES(Integrated Environmental Solutions Limited)사에서 개발된 Simulex를 이용하였으며, 거주자가 출구를 통하여 빠져나가기까지의 경로 및 시간을 시뮬레이션하는 프로그램임.

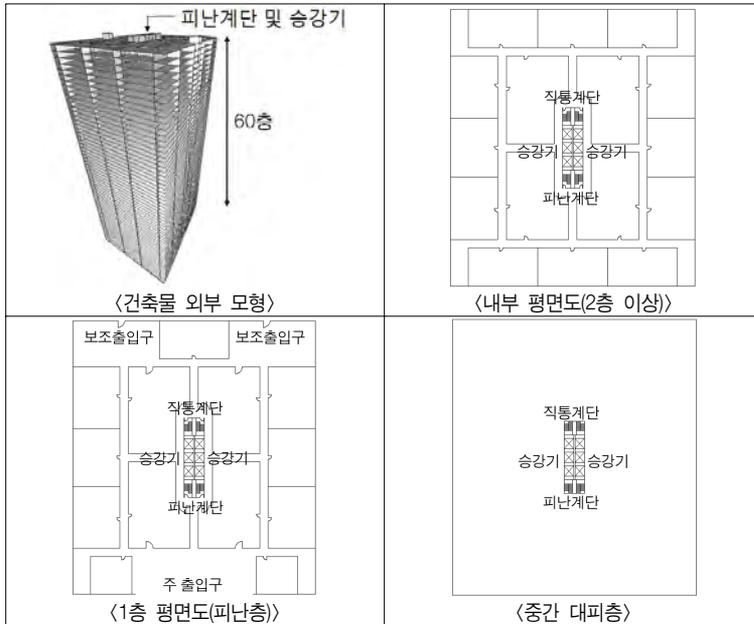
2. 피난시물레이션 분석을 위한 60층 및 99층 초고층 건축물 모형

1) 건축물 모형

○ 60층 초고층 건축물

— 층별 바닥면적이 5,600㎡(70m× 80m)인 복합 건축물

- 내부는 주거용 아파트, 업무·상업시설 등이 복합된 건축물임.
- 중간 대피층에 연결되는 피난계단(특별피난계단)은 중간 대피층을 거쳐 상·하층으로 갈 수 있는 구조로 설치함⁵¹⁾.



참고 : 1. 건축물 기본설계를 위한 관련 법령

— 직통계단 및 피난계단 : 「건축법」 시행령 제34조제2항 및 제35조제5항

— 승강기 : 「건축물의설비기준등에관한규칙」 제5조

— 출구의 구조 : 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제11조제4항

2. 피난층 및 중간 대피층

— 1층(피난층) : 병목현상을 피하기 위해 계단 출입구(4개소) 및 보조 출입구(2개소의 비상구)의 크기를 각각 1.2m 및 2m로 조정함.

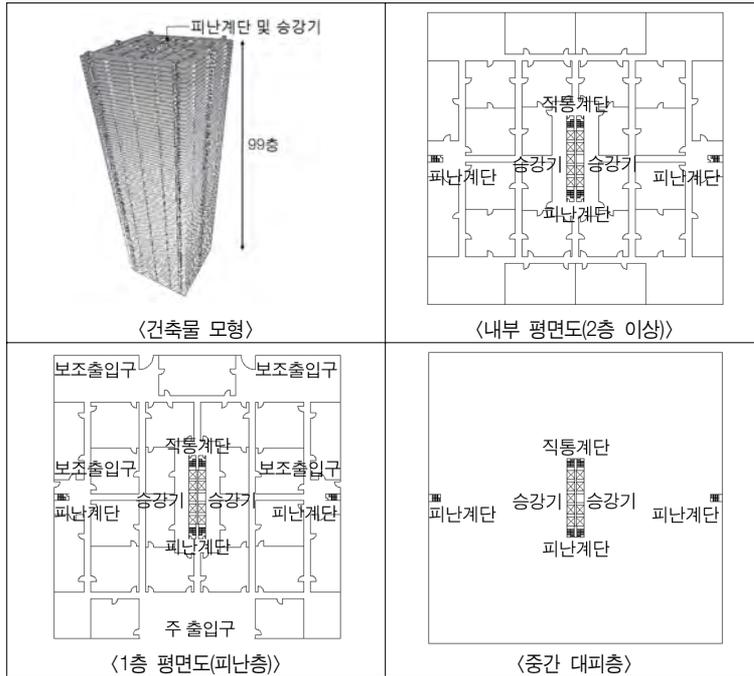
— 중간 대피층 : 별도의 도면은 입력하지 않고, 다만 층간의 출구가 있는 것으로 가정함.

<그림 3-6> 60층 초고층 건축물 모형

51) 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제8조의2(피난안전구역의설치기준)제2항

○ 99층 초고층 건축물

— 층별 바닥면적이 10,000㎡(100m×100m)인 복합 건축물



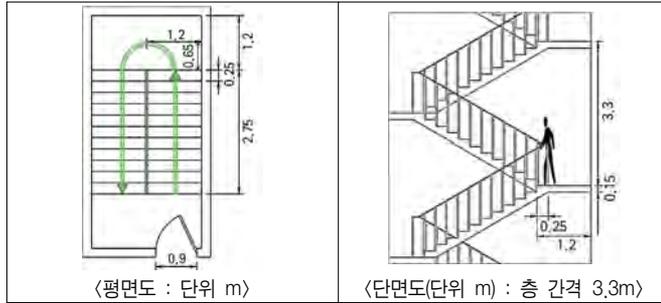
〈그림 3-7〉 99층 초고층 건축물 모형

2) 실험 대상 건축물 계단실의 평면과 단면

○ 60층과 99층 초고층 건축물의 층 간 직선 동선거리는 8m로 설계함(〈그림 3-8〉).

$$-8\text{m} = 2.75\text{m}(0.25\text{m} \times 11\text{개}) + 0.65\text{m}(\text{세로 참}) + 1.2\text{m}(\text{가로 참}) + 0.65\text{m}(\text{세로 참}) + 2.75\text{m}(0.25\text{m} \times 11\text{개})$$

- 계단 폭 0.25m(계단 높이 0.15m), 층간 계단 수 22개
- 가로 참 1.2m, 세로 참 0.65m



〈그림 3-8〉 실험 대상 계단실의 평면과 단면

3. 피난시물레이션 분석을 위한 입·출력 자료

1) 주요 입·출력 자료

○ 주요 입력자료는 피난인원, 보행속도, 피난개시시간이며, 출력자료는 출구별·시간별 피난자수 및 최종 피난완료시간 등임.

〈표 3-7〉 피난시물레이션 분석을 위한 Simulex 입·출력 자료 항목 및 설정 값

구분	항목	설정 값
입력 자료	피난인원 (총 재실자 수)	• 1인당 최소 주거면적 ^{주1)} 을 고려하여 산출함. - 실제 피난시물레이션 실행 시, 중간 대피층 인원은 제외함.
	보행속도 ^{주2)}	• 0.6m/s(하향 균중보속), 0.45m/s(상향 균중보속)
	피난개시시간	• 30초(반응시간 ±30초 ^{주3)}) - 화재발화 후 30초 이후에 피난인원이 피난을 시작하도록 함. 다만, 개인차를 고려하여 ±30초의 변화를 줌.
출력 자료	피난인원 ⁵²⁾ (최종 피난자 수)	• 출구별·시간별 피난자수
	피난완료시간 ⁵³⁾	• 모든 피난인원이 지상 1층(피난층), 중간 대피층, 옥상으로 피난을 완료하는 시간

주1 : 건설교통부 공고 제2004-173호, "최저주거기준"의 별표(가구구성별 최소 주거면적 및 용도별 방의 개수) 참조

주2 : Simulex 인원특성 옵션 중 "Japan:Hall/Hotel+" 에 대한 보행속도

주3 : "초고층 건축물의 대피층 및 대피공간 개념도입방안", 최재필 외, 2005.11.

2) 피난인원 산출

(1) 60층 초고층 건축물의 총 피난인원

○ 총 피난인원 = 층별 피난인원(85명) × 층수

– 층별 피난인원(85명) = (층별 생활 및 주거 평균면적 ÷ 1인당 최소 주거 면적) × 1/4(25%)

• 85명 = (4,100㎡ ÷ 12㎡(3.6평/명)) × 1/4

• 4,100㎡(층별 생활 및 주거 평균면적) : 바닥면적(5,600㎡)에서 복도, 계단, 엘리베이터 등의 면적 제외(층별 방은 20개 정도로 산출)

• 12㎡(3.6평/명)⁵⁴⁾ : 1인당 최소 주거면적

• 1/4(25%)⁵⁵⁾ : 야간(빈 사무실), 유동인구(대형상가 등), 기타 빈 공간을 고려하여 층별 최대피난인원의 1/4(25%)로 가정

– 중간 대피층 간격별 총 피난인원

• 총 피난인원 = 5,100명 - (중간 대피층 수 × 층별 평균 피난인원수(85명))

• 총 피난인원은 중간 대피층에 피난인원이 없으므로, 해당 인원수를 피난인원에서 제외(중간 대피층은 빈 공간으로 간주)

〈표 3-8〉 60층 초고층 건축물 피난시뮬레이션 분석을 위한 총 피난인원

층수	중간 대피층 간격	중간 대피층 수	제외 인원수(명) (중간 대피층 수×85명)	총 피난인원(명)
60층	•중간 대피층이 없을 경우	-	0	5,100(85명×60층)
	•30층마다 설치할 경우	1개소	85 = 1 × 85	5,015
	•25층마다 설치할 경우	2개소	170 = 2 × 85	4,930
	•20층마다 설치할 경우	2개소	170 = 2 × 85	4,930

52) 입력자료의 피난인원은 총 재실자 수이고, 출력자료의 피난인원은 최종 피난자 수로, Simulex 분석 결과에서는 동일하게 나타남.

53) 피난완료시간은 화재감지기의 화재감지시간, 재실자가 화재에 반응하여 피난을 개시할 때까지의 지연시간(반응/지연시간), 안전한 장소로 대피할 때까지의 이동시간이 포함됨.

54) “최저주거기준”, 건설교통부공고 제2004-173호, 2004.6.15.

55) 대상 초고층 건축물은 주거, 업무시설 등이 혼합된 복합건축물이므로, 층별 피난인원(85명)을 주거면적의 기준(1인당 최소 주거면적 : 12㎡)에 의하여 산출된 층별 최대 피난인원(342명)의 1/4로 가정하였음.

– 추후, 세부분석 시에는 층별 피난인원의 재산정이 필요함.

(2) 99층 초고층 건축물의 총 피난인원

- 총 피난인원 = 층별 피난인원(131명) × 층수
- 층별 피난인원(131명) = (층별 생활 및 주거 평균면적 ÷ 1인당 최소 주거 면적) × 1/4(25%)
 - 131명 = (6,324㎡ ÷ 12㎡(3.6평/명)) × 1/4
 - 6,324㎡ : 바닥면적(10,000㎡)에서 복도, 계단, 엘리베이터 등의 면적(3,676㎡) 제외
 - 12㎡(3.6평/명) : 1인당 최소 주거면적
 - 1/4(25%) : 층별 최대 피난인원(521명)의 1/4로 가정
(60층의 산출내용과 같이 야간, 유동인구, 기타 빈 공간을 고려함. 그러나, 추후 필요 시 층별 피난인원의 재산정이 필요함)
- 중간 대피층 간격별 총 피난인원
 - 총 피난인원 = 12,969명 - (중간 대피층 수 × 층별 평균 피난인원수 (131명))
 - 총 피난인원은 중간 대피층에 피난인원이 없으므로, 해당 인원수를 피난인원에서 제외

〈표 3-9〉 99층 초고층 건축물 피난시뮬레이션 분석을 위한 총 피난인원

층수	중간 대피층	중간 대피층 수	제외 인원수(명) (중간 대피층 수×85명)	총 피난인원(명)
99층	•중간 대피층이 없을 경우	-	0	12,969 (131명×99층)
	•30층마다 설치할 경우	3개소	255 = 3 × 85	12,576
	•25층마다 설치할 경우	3개소	255 = 3 × 85	12,576
	•20층마다 설치할 경우	4개소	340 = 4 × 85	12,445

제3절 피난시물레이션 분석을 통한 중간 대피층 설치기준(1단계)

1. 현행 「건축법」 등 관련 법의 초고층 건축물 피난시설 설치기준

〈표 3-10〉 「건축법」 등 관련 법의 초고층 건축물 피난시설 설치 기준

구분	주요 피난시설	대상건축물 법적 설치 기준	관련 법령		
초고층 건축물 기준	•중간 대피층(피난안전구역)	•지상층으로부터 최대 30개 층마다 설치하는 대피공간	•「건축법」 시행령 제34조제3항 •「건축물의피난·방화구조등의 기준에관한규칙」 제8조의2		
	•용적률 산정	•용적률을 산정할 때에는 초고층 건축물의 피난안전구역 면적은 제외	•「건축법」 시행령 제119조(면적 등의 산정방법)		
초고층 건축물에 적용되는 일반 건축물 기준	•직통 계단	•개소	•2개소(이상)	•「건축법」 시행령 제34조제2항 - 층별 바닥면적이 200㎡ 이상	
		•보행거리	•50m(이하) - 주요 구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물	•「건축법」 시행령 제34조제1항	
		•계단 및 계단참의 폭	•1.2m(이상)	•「건축법」 시행령 제34조 •「건축물의피난·방화구조등의 기준에관한규칙」 제8조, 제9조, 제15조(국토해양부령 제147호)	
		•출입구의 유효폭	•0.9m(이상)		
	•피난 계단	•개소	60층	•2개소(이상) : 바닥면적 5,600㎡	•「건축법」 시행령 제35조제5항 - 층 바닥면적이 2,000㎡ 넘는 2,000㎡ 이내마다 1개씩 설치
			99층	•4개소(이상) : 바닥면적 10,000㎡	
		•계단 및 계단참의 폭	•1.2m(이상)	•「건축물의피난·방화구조등의 기준에관한규칙」 제9조, 제15조	
		•출입구의 유효 폭	•0.9m(이상)		
	•승용승강기	60층	•3대(이상)	•「건축물의설비기준등에관한규칙」 제5조(별표1의2)(국토해양부령 제205호)	
		99층	•5대(이상)		
	•비상용 승강기	60층	•3대(이상)	•「건축법」 시행령 제90조제1항 제2호 - 대당 면적 6㎡ 이상	
		99층	•4대(이상)		
	•복도의 넓이		•2.4m(이상)	•「건축물의피난·방화구조등의 기준에관한규칙」 제15조의2	
	•건축물의 바깥쪽의 출구(1층)	60층	•33.6m(주 출입구)	•「건축물의피난·방화구조등의 기준에관한규칙」 제11조제4항 - 출구의 기준 = (바닥면적이 최대인 층의 바닥면적(㎡)/100㎡)×0.6m 이상	
99층		•60m(주 출입구)			
•보조출입구(비상구)		•2개소(이상) - 보조출구(2m) 또는 비상구 2개소	•「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제11조제3항		

참고 : 현재 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 이외의 다른 기준은 일반 건축물 기준을 적용하고 있음.

○ 관련 법 현황

－ 「건축법」

- 2008년 및 2009년에 초고층 건축물의 정의, 피난안전구역 설치, 용적률 산출 등에 대한 기본 내용만 규정(<표 3-10>, <표 3-11>)
- 현재, 직통계단, 피난계단, 출입구 등 다른 피난시설은 일반 건축물 기준을 적용함.

(표 3-11) 초고층 건축물 피난시설에 대한 관련 법의 주요 세부 내용

- ◆ 「건축법」 시행령
- 제2조(정의)
 15. “초고층 건축물”이란 층수가 50층 이상이거나 높이가 200미터 이상인 건축물을 말한다. [전문개정 2008.10.29]
 - 제34조(직통계단의 설치)
 - ① 건축물의 피난층(초고층 건축물의 피난안전구역을 말한다...) 외의 층에서는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단을 거실의 각 부분으로부터 계단에 이르는 보행거리가 30미터 이하가 되도록 설치하여야 한다. 다만, 건축물(지하층에 설치하는 것으로서 바닥면적의 합계가 300제곱미터 이상인 공연장·집회장·관람장 및 전시장은 제외한다)의 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물은 그 보행거리가 50미터(층수가 16층 이상인 공동주택은 40미터) 이하가 되도록 설치할 수 있으며..... <개정 2009.7.16, 2010.2.18>
 - ② 법 제49조제1항에 따라 피난층 외의 층이 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단을 2개소 이상 설치하여야 한다.
 - ③ 초고층 건축물에는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단과 직접 연결되는 피난안전구역(초고층 건축물의 피난·안전을 위하여 지상층으로부터 최대 30개 층마다 설치하는 대피공간을 말한다. 이하 같다)을 설치하여야 한다. <신설 2009.7.16>
 - 제35조(피난계단의 설치)
 - ⑤ 건축물의 5층 이상인 층으로서 ... 용도로 쓰는 층에는 제34조에 따른 직통계단 외에 그 층의 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 2천제곱미터를 넘는 경우에는 그 넘는 2천제곱미터 이내마다 1개소의 피난계단 또는 특별피난계단(4층 이하의 층에는 쓰지 아니하는 피난계단 또는 특별피난계단만 해당한다)을 설치하여야 한다.
 - 제90조(비상용 승강기의 설치)
 2. 높이 31미터를 넘는 각 층의 바닥면적 중 최대 바닥면적이 1천500제곱미터를 넘는 건축물 : 1대에 1천500제곱미터를 넘는 3천제곱미터 이내마다 1대씩 더한 대수 이상
 - 제40조(옥상광장 등의 설치)
 - ② 5층 이상인 층이 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원은 제외한다), 종교시설, 판매시설, 위락시설 중 주점영업 또는 장례식장의 용도로 쓰는 경우에는 피난 용도로 쓸 수 있는 광장을 옥상에 설치하여야 한다.
 - ③ 층수 11층 이상인 건축물로서 11층 이상인 층의 바닥면적의 합계가 1만제곱미터 이상인 건축물(지붕을 평지붕으로 하는 경우만 해당한다)의 옥상에는 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 헬리포트를 설치하거나
 - 제119조(면적 등의 산정방법)
 4. 연면적 : 하나의 건축물 각 층의 바닥면적의 합계로 하되, 용적률을 산정할 때에는 다음 각 목에 해당하는 면적은 제외한다.
 - 라. 초고층 건축물의 피난안전구역의 면적

〈표 계속〉 초고층 건축물 피난시설에 대한 관련 법의 주요 세부 내용

◆ 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」

·제8조의2(피난안전구역의 설치기준)

- ① 영 제34조제3항에 따라 설치하는 피난안전구역(이하 “피난안전구역”이라 한다)은 해당 건축물의 1개 층을 대피공간으로 하며, 대피에 장애가 되지 아니하는 범위에서 기계실, 보일러실, 전기실 등 건축설비를 설치하기 위한 공간과 같은 층에 설치할 수 있다. 이 경우 피난안전구역은 건축설비가 설치되는 공간과 내화구조로 구획하여야 한다.
- ② 피난안전구역에 연결되는 특별피난계단은 피난안전구역을 거쳐서 상·하층으로 갈 수 있는 구조로 설치하여야 한다.
- ③ 피난안전구역의 구조 및 설비는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.
 1. 피난안전구역의 바로 아래층 및 위층은 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제21조제1항제1호에 적합한 단열재를 설치할 것. 이 경우 아래층은 최상층에 있는 거실의 반차 또는 지붕 기준을 준용하고, 위층은 최하층에 있는 거실의 바닥 기준을 준용할 것
 2. 피난안전구역의 내부마감재로는 불연재료로 설치할 것
 3. 건축물의 내부에서 피난안전구역으로 통하는 계단은 특별피난계단의 구조로 설치할 것
 4. 비상용 승강기는 피난안전구역에서 승·하차할 수 있는 구조로 설치할 것
 5. 피난안전구역에는 식수공급을 위한 급수전을 1개소 이상 설치하고 예비전원에 의한 조명설비를 설치할 것
 6. 관리사무소 또는 방재센터 등과 긴급연락이 가능한 경보 및 통신시설을 설치할 것 [본조신설 2010.4.7], [국토해양부령 제238호]

·제11조(건축물의 바깥쪽으로의 출구의 설치기준)

- ④ 판매 및 영업시설의 용도로 쓰이는 피난층에 설치하는 건축물의 바깥쪽으로의 출구의 유효너비의 합계는 당해 용도에 쓰이는 바닥면적이 최대인 층에 있어서의 당해 용도의 바닥면적 100제곱미터마다 0.6미터의 비율로 산정한 너비 이상으로 하여야 한다.
 - 출구의 기준 = (바닥면적이 최대인 층의 바닥면적(㎡)/100㎡) × 0.6m 이상
 - 보행거리 : 주요 구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물은 50m 이하(층수가 16층 이상인 공동주택의 경우에는 40m)

·제15조의2(복도의 너비 및 설치기준)

- ② 문화 및 집회시설(종교집회장·공연장·집회장·관람장·전시장에 한한다), 교육연구 및 복지시설(아동관련시설·노인복지시설·생활권수련시설에 한한다), 위락시설 중 주점영업 및 의료시설 중 장례식장의 관람석 또는 집회실과 접하는 복도의 유효너비는 제1항의 규정에 불구하고 다음 각 호에서 정하는 너비로 하여야 한다.
 3. 당해 층의 바닥면적의 합계가 1천 제곱미터 이상인 경우 2.4미터 이상

◆ 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」(국토해양부령 제205호)

·제5조(승용승강기의 설치기준) 관련 <별표 1의 2>

- 6층 이상의 거실 면적의 합계가 3천제곱미터 초과 경우
 - 1대에 3천 제곱미터를 초과하는 경우에는 그 초과하는 2천제곱미터 이내마다 1대의 비율로 가산한 대수(건축물의 용도 : 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원에 한한다), 업무시설, 숙박시설, 위락시설)

- 「초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법」
 - 이 특별법은 초고층 건축물의 통합적 재난관리를 위한 법률로, 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 같은 해 10월 법사위원회 심사 및 12월 국회 본회의 의결을 거쳐 공포 및 시행될 예정임.
 - 그러나, 안전기준(법 제20조) 등은 단지, “건축법 및 소방시설공사업법의 기준보다 강화하여 적용할 수 있다”고만 하여, 초고층 건축물에 대한 안전대책 세부기준이 매우 미흡

2. 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따른 피난완료시간 분석

1) 60층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석

(1) 분석 방법

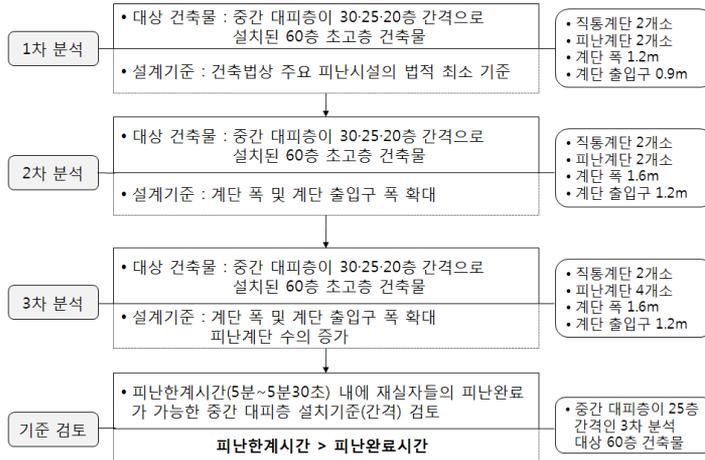
○ 중간 대피층이 지상층으로부터 30층, 25층, 20층 간격으로 설치된 60층 초고층 건축물에 대하여 주요 피난시설 개선에 따른 1차, 2차, 3차 피난시뮬레이션 분석 실시(<그림 3-9>, <표 3-12>)

- 1차 분석에서는 중간 대피층 간격에 따라 「건축법」의 주요 피난시설들에 대한 법적 최소기준을 적용(직통 및 피난 계단의 수와 폭 등).
- 2차 분석에서는 피난계단에서의 병목현상 완화를 통한 피난완료시간 단축을 위하여, 피난계단 및 계단출입구 폭을 1차 분석 때보다 30% 확대하여 적용
- 3차 분석에서는 재실자 피난완료시간의 최대 단축을 위하여, 2차 분석 건축물 모형에 현행 「건축법」 기준⁵⁶⁾ 범위 내에서 피난계단 수를 대상 건축물 바닥면적에 따라 추가 설치하여 적용

56) 「건축법」의 피난계단 설치규정(「건축법」 시행령 제35조제5항)

- 층 바닥면적이 2,000㎡ 넘는 경우에는 그 넘는 2,000㎡ 이내마다 1개소의 피난계단 설치

- 즉, 피난계단은 “층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개씩 추가 설치함.”
- 따라서, 대상 건축물의 바닥면적이 5,600㎡(70m×80m)이므로, 피난계단은 당초 2개소에서 4개소로 추가함(<그림 3-9>).



〈그림 3-9〉 60층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석 방법

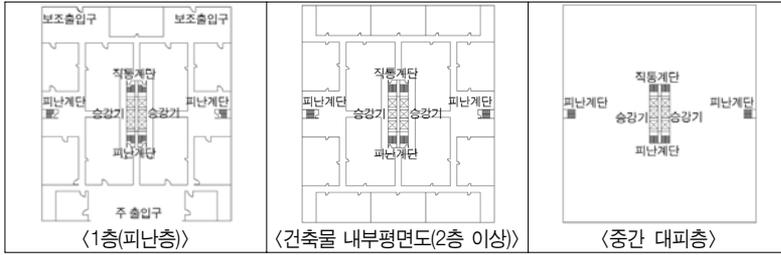
〈표 3-12〉 60층 초고층 건축물의 1·2·3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 기본 내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설		1차 분석 (법적 최소기준)	2차 분석 (피난계단 폭 및 출입구 유효 폭 확대)	3차 분석 (피난계단 수 증가)
30층,	•직통계단	개소	2개소	2개소	2개소
		보행거리	50m(이하)	50m(이하)	50m(이하)
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m	1.6m
		출입구의 유효폭	0.9m	1.2m	1.2m
25층, 20층	•피난계단	개소	2개소 ^{주1)}	2개소	4개소 ^{주2)}
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m	1.6m
		출입구의 유효 폭	0.9m	1.2m	1.2m
	•복도의 넓이		2.4m	2.4m	2.4m
	•건축물의 바깥쪽으로는 출구 (1층 주출입구)		33.6m ^{주3)}	33.6m	33.6m

주1 : 층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 2,000㎡ 이내마다 1개소의 피난계단 설치(「건축법」 시행령 제35조제5항)

주2 : 층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개소씩 피난계단을 추가 설치하여, 당초 2개소에서 4개소로 증가됨.

주3 : 출구의 기준 = (바닥면적이 최대인 층의 바닥면적(㎡)/100㎡) × 0.6m 이상
 - 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제11조 제4항
 · 피난층에 설치하는 건축물 바깥쪽으로는 출구 유효너비의 합계



〈그림 3-10〉 3차 피난시물레이션 분석을 위한 피난시설 개선내용(피난계단 추가)

(2) 1단계 피난시물레이션 분석 결과

① 중간 대피층 간격별 1·2·3차 피난시물레이션에 의한 피난완료시간

〈표 3-13〉 60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간

중간 대피층 간격	개소 (피난층/대피층)	피난 시물레이션	피난완료시간	최종 피난자위처	총 피난 인원(명)	비고
중간 대피층 없을 경우	- (1층, 옥상)	1차	13분 34초(814초)	옥상	5,100	•피난한계시간(5분~5분30초)을 상당히 초과
30층	3개소 (1층, 30층, 옥상)	1차	8분 30초(510초)	30층	5,015	•피난한계시간을 상당히 초과
		2차	8분 5초(485초)	30층		
		3차	6분 26초(386초)	30층		
25층	4개소 (1층, 25층, 50층, 옥상)	1차	7분 27초(447초)	25층	4,930	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	7분 10초(430초)	25층		
		3차	5분 26초(326초)	50층		
20층	4개소 (1층, 20층, 40층, 옥상)	1차	5분 59초(359초)	20층	4,930	•피난한계시간 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	5분 35초(335초)	20층		
		3차	4분 35초(275초)	40층		

참고 :

- 1차 분석 : 주요 피난시설의 법적 최소기준 적용(계단 폭 1.2m, 출입구 0.9m)
- 2차 분석 : 계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m
- 3차 분석 : 피난계단 추가(계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m)

○30층 간격일 경우

- 주요 피난시설의 개선(피난계단의 수와 폭 등)에도 불구하고 최종 피난 완료시간(6분 26초 ~ 8분 30초)이 피난한계시간(5분~5분30초)을 초과함으로써 사람들의 안전한 피난 확보가 어려움.

- 중간 대피층이 없을 경우(13분 34초)보다는 최종 재실자의 피난완료시간이 최소 5분 이상 단축되었으나, 지상으로부터 30층에 위치한 중간 대피층으로 피난하였음(세부내역 <부록 5>).
- 피난계단 및 계단출입구의 폭 확장(2차 분석)에 따른 피난완료시간 단축 효과는 작았으나(25초), 피난계단 추가에 의한 3차 분석에서는 최종 피난완료시간이 2차 분석 때보다 1분 39초 단축됨.
- 계단 폭 1.2m(법적 최소 기준)에서는 재실자들이 2열(2명 씩)로 동시에 대피(상향, 하향)하는 것이 불가능하며, 1층(피난층) 계단 출입구의 병목 현상도 두드러짐.

○25층 간격일 경우

—3차 분석(피난계단 추가)의 경우에만 최종 재실자가 지상으로부터 50층에 위치한 중간 대피층으로의 피난완료시간(5분 26초)이 피난한계시간 내에 포함되며, 2차 분석의 최종 피난완료시간보다 1분 44초 단축

- 1·2차 분석에서는 최종 피난완료시간(7분 10초 ~ 7분 27초)이 피난한계시간을 최소 2분 이상 초과하였으며, 계단 및 출입구의 폭 확장에 따른 피난시간 단축 효과(17초)는 미미

○20층 간격일 경우

—1·2·3차 분석결과 피난완료시간(4분 35초 ~ 5분 59초)은 대부분 피난한계시간에 근접함.

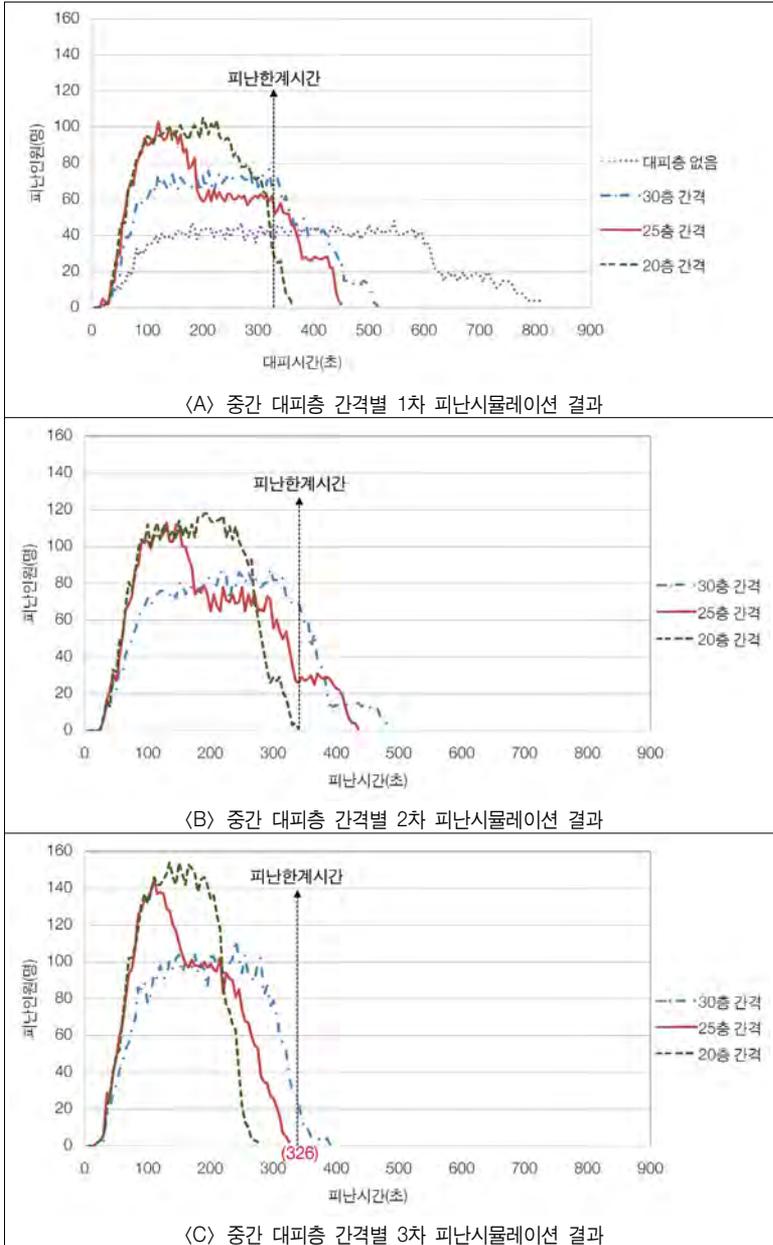
- 특히, 3차 분석에서는 최종 재실자가 40층에 위치한 중간 대피층으로의 피난완료시간이 4분 35초로, 가장 빠른 피난결과를 나타냄.

② 피난시간 경과에 따른 피난인원 분포

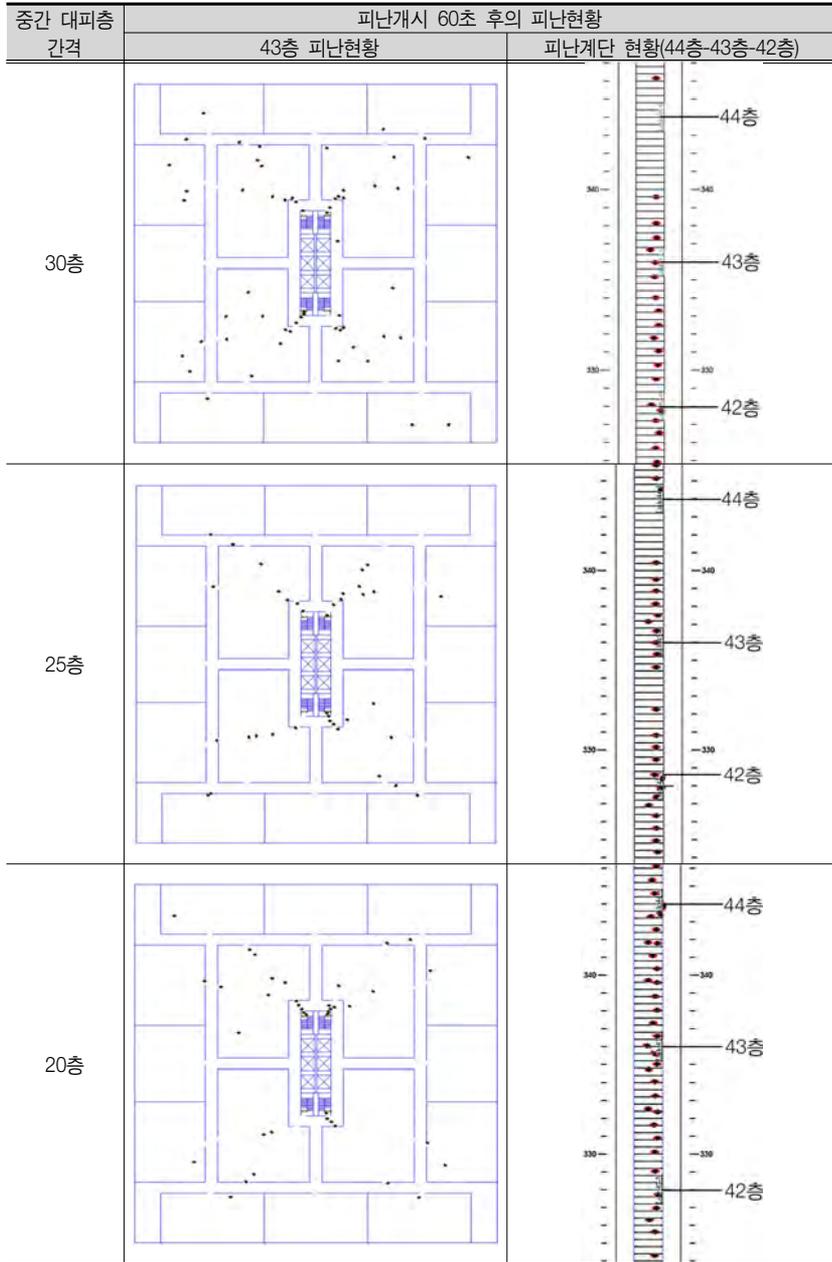
○피난인원은 초기 100초 정도 경과할 때 급격히 증가

—이러한 현상은 피난계단의 개소수를 증가시킨 3차 피난시물레이션에서 가장 뚜렷하며, 화재발생 시 초기에 신속히 대피할 수 있음을 의미함(<그림 3-11>의 <C>).

- 중간 대피층이 없는 경우에는 시간이 경과함에 따라 피난인원이 고르게 분포하나, 피난완료시간이 매우 지체됨(<그림 3-11>의 <A>)



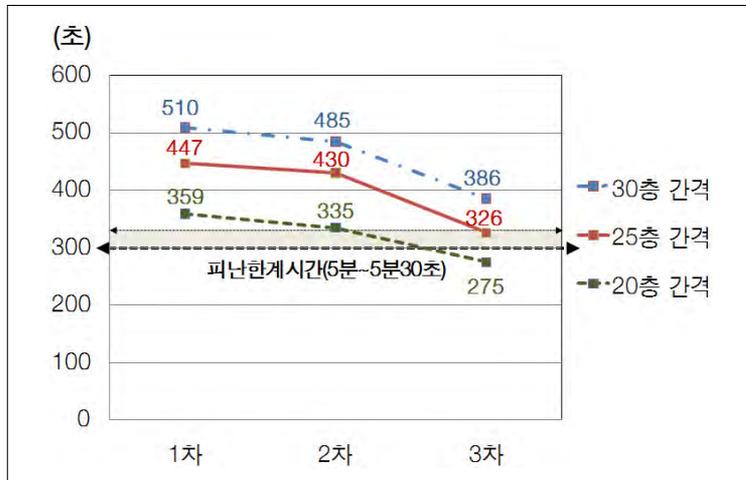
〈그림 3-11〉 60층 초고층 건축물의 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포



〈그림 3-12〉 60층 초고층 건축물의 Simulex 시뮬레이션 진행 사례

(3) 최종 평가

- 25층 및 20층 간격의 중간 대피층을 설치할 경우에 피난안전 확보
 - 지상으로부터 25층 및 20층 간격의 중간 대피층을 설치하고, 피난계단을 법적 최소 기준보다 추가로 설치(3차 분석)한 경우, 피난완료시간(4분 35초(275초) ~ 5분 26초(326초))이 피난한계시간(5분~5분30초) 내에 포함되어 재실자들의 안전한 피난확보가 가능함.
 - 30층 간격의 중간 대피층을 설치할 경우에는 최종 피난완료시간이 피난한계시간을 모두 초과하여 피난안전 확보가 어려움.



〈그림 3-13〉 60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 피난완료시간과 피난한계시간 비교

〈표 3-14〉 60층 초고층 건축물의 피난시간 감소를 위한 2·3차 피난시뮬레이션의 주요 피난시설 개선내용

주요 피난시설	1차 분석	2차 분석 시 개선내용	3차 분석 시 개선내용
• 피난계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m(약 30% 확대)	1.6m
• 출입구의 유효폭(계단)	0.9m	1.2m(약 30% 확대)	1.2m
• 피난계단의 수	2	2	4
• 직통계단의 수	2	2	2

〈표 3-15〉 60층 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원 현황

시간(초)	30층 간격(명)		25층 간격(명)		20층 간격(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	6	6	15	15	11	11
60	186	192	282	297	259	270
90	413	605	640	937	649	919
120	531	1,136	832	1,769	836	1,755
150	586	1,722	730	2,499	889	2,644
180	589	2,311	590	3,089	880	3,524
210	585	2,896	582	3,671	829	4,353
240	606	3,502	558	4,229	483	4,836
270	573	4,075	426	4,655	92	4,928
300	526	4,601	219	4,874	2(275초)	4,930
330	308	4,909	56(326초)	4,930		
360	89	4,998				
390	17(386초)	5,015				
합계	5,015	5,015	4,930	4,930	4,930	4,930
평균	385.7명/30초당		448.2명/30초당		493명/30초당	

○ 건축물의 층 바닥면적에 따른 피난계단 설치기준 개선이 필요

— 피난완료시간에 가장 영향을 미치는 요소는 건축물의 층 바닥면적과 재실자 수임.

• 따라서, 층 바닥면적에 따른 피난계단 개소수의 증가를 위해서는 「건축법」 시행령 제35조57)를 근거로 “층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경

57) 「건축법」 시행령 제35조(피난계단의 설치)

- ① 법 제49조제1항에 따라 5층 이상 또는 지하 2층 이하인 층에 설치하는 직통계단은 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하여야 한다.
- ⑤ 건축물의 5층 이상인 층으로서 문화 및 집회시설 중 전시장 또는 동·식물원, 판매시설, 운수시설(여객용 시설만 해당한다), 운동시설, 위락시설, 관광휴게시설(다중이 이용하는 시설만 해당한다) 또는 수련시설 중 생활권 수련시설의 용도로 쓰는 층에는 제34조에 따른 직통계단 외에 그 층의 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 2천 제곱미터를 넘는 경우에는 그 넘는 2천 제곱미터 이내마다 1개소의 피난계단 또는 특별피난계단(4층 이하의 층에는 쓰지 아니하는 피난계단 또는 특별피난계단만 해당한다)을 설치하여야 한다

우에는 그 넘는 1,000m² 이내마다 1개소씩 피난계단 또는 특별피난계단을 추가 설치”할 수 있도록 지방정부의 해당 조례 개선 및 제정이 필요함.

- 피난시뮬레이션 분석 결과, 계단 및 계단출입구의 폭 확대는 실제로 피난완료시간에 많은 영향을 미치지 못하였으나(17~25초)⁵⁸⁾, 1층 피난층은 병목현상 최소화를 위해 계단 출입구와 비상구 크기 확대가 필요함.
- 동시에, 1층의 각 계단 출입구와 출구(주출입구, 비상구)와의 최소 피난거리 확보도 중요함.

2) 99층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석

(1) 분석 방법

○ 중간 대피층이 지상층으로부터 30층, 25층, 20층 간격으로 설치된 99층 초고층 건축물에 대하여, 앞 절의 60층 초고층 건축물 피난시뮬레이션 분석과 같은 방법으로 주요 피난시설 개선에 따른 1차, 2차, 3차 피난시뮬레이션 분석 실시(<그림 3-14>, <표 3-16>)

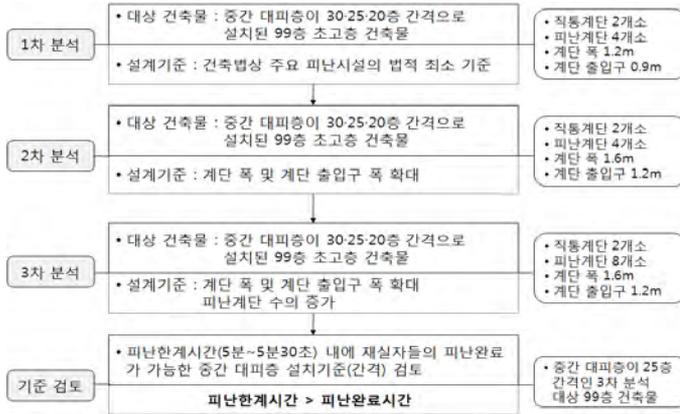
—1차 분석에서는 「건축법」상 주요 피난시설(직통 및 피난 계단의 수와 폭 등)들에 대한 법적 최소기준을 적용하였으며, 2차 분석에서는 피난계단 및 계단출입구 폭을 1차 분석 때보다 30% 확대하여 적용

- 3차 분석에서는 2차 분석 건축물 모형에 현행 「건축법」 기준 범위 내의 피난계단 수를 대상 건축물 바닥면적에 따라 추가 설치하여 적용
- 대상 건축물의 바닥면적이 10,000m²(100m×100m)이므로, 피난계단은 당초 4개소에서 8개소로 추가함(<그림 3-15>).

58) <표 3-13> 참조

—17초 : 중간 대피층 25층 간격의 1·2차 분석에 따른 피난완료시간 단축

25초 : 중간 대피층 30층 간격의 1·2차 분석에 따른 피난완료시간 단축



〈그림 3-14〉 99층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 분석 방법

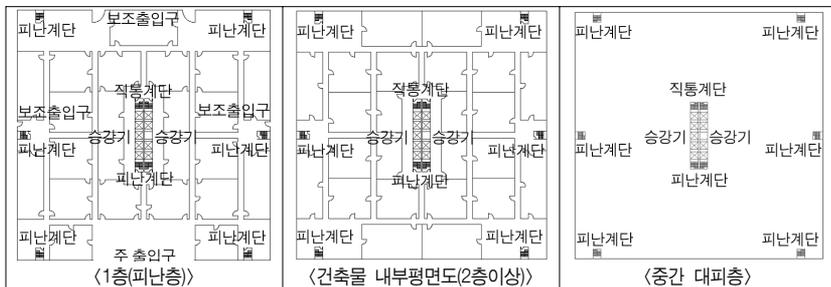
〈표 3-16〉 99층 초고층 건축물의 1·2·3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 기본 내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설	1차 분석 (법적 최소 기준)	2차 분석 (계단 폭 및 출입구 유효 폭 확대)	3차 분석 (피난계단 증가)
30층,	•직통계단	개소	2개소	2개소
		보행거리	50m(이하)	50m(이하)
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m
		출입구의 유효폭	0.9m	1.2m
25층,	•피난계단	개소	4개소 ^{주1)}	8개소 ^{주2)}
		계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m
20층	•복도의 넓이	출입구의 유효 폭	0.9m	1.2m
		복도의 넓이	2.4m	2.4m
		•건축물의 바깥쪽에서의 출구 (1층 주출입구)	60m ^{주3)}	60m

주1 : 「건축법」 시행령 제35조제5항에 의해, 1·2차 분석에서는 각각 4개소씩 설치

주2 : 층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개소씩 피난계단을 추가 설치하여, 총 8개소로 증가됨.

주3 : 출구의 기준 = (바닥면적이 최대인 층의 바닥면적(㎡)/100㎡) × 0.6m 이상



(2) 1단계 피난시뮬레이션 분석 결과

① 중간 대피층 간격별 1·2·3차 피난시뮬레이션에 의한 피난완료시간

〈표 3-17〉 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간

중간 대피층 간격	개소 (피난층/대피층)	피난 시뮬레이션	피난완료시간	최종 피난자위치	총 피난 인원(명)	비고
30층	5개소 (1층, 30층, 60층, 90층, 옥상)	1차	10분 43초(643초)	60층	12,575	•피난한계시간(5분-5분 30초)을 상당히 초과
		2차	10분 22초(622초)	1층		
		3차	7분 7초(427초)	1층		
25층	5개소 (1층, 25층, 50층, 75층, 옥상)	1차	9분 31초(571초)	75층	12,575	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간에 근접
		2차	9분 14초(554초)	25·50·75층		
		3차	5분 33초(333초)	1층		
20층	6개소 (1층, 20층, 40층, 60층, 80층, 옥상)	1차	8분 2초(482초)	60층	12,445	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	7분 35초(455초)	40·60층		
		3차	4분 47초(287초)	1·60층		

○30층 간격일 경우

—1·2·3차 피난시뮬레이션에 의한 피난완료시간은 7분 7초부터 10분 43초까지로 나타났으며, 피난한계시간을 최소 2분 이상 초과함.

- 피난인원의 증가로 상부층의 각 계단 출입구에서 심한 병목현상이 발생하였으며, 최종 재실자는 1차 분석 시 60층에 위치한 중간 대피층, 2·3차 분석 시에는 1층(피난층)으로 피난하였음.

○25층 간격일 경우

—피난계단이 추가된 3차 분석의 경우에만 최종 재실자가 1층으로 대피한 피난완료시간이 5분 33초로 피난한계시간에 근접하였으며, 2차 분석의 최종 피난완료시간보다 3분 41초 단축

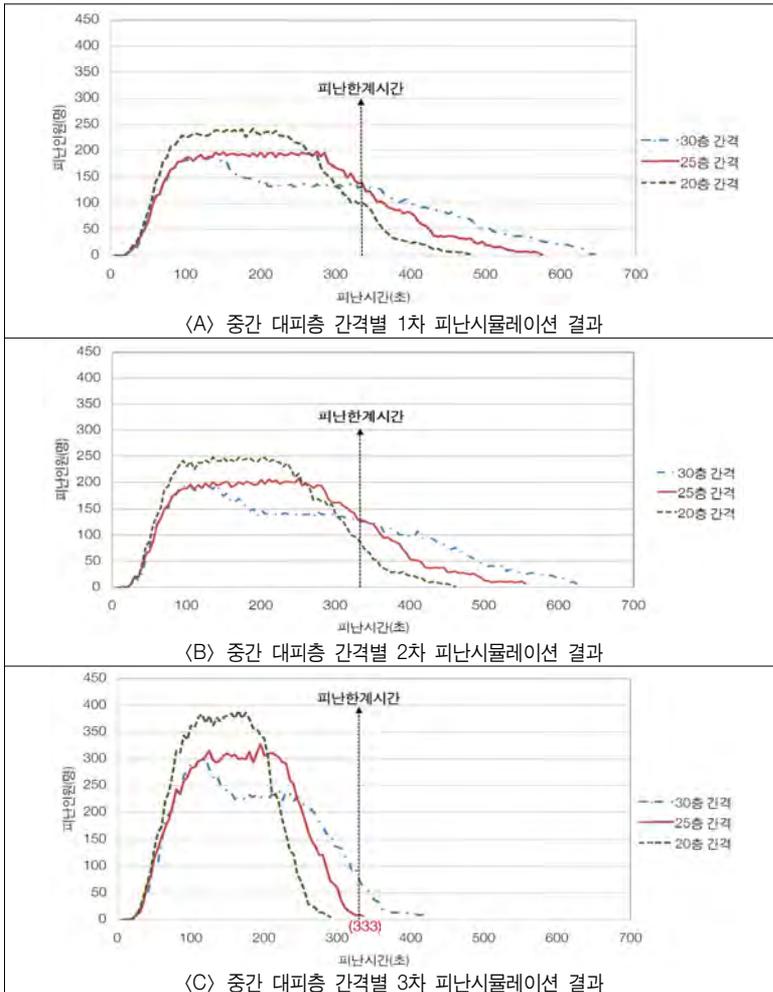
○20층 간격일 경우

—3차 분석의 경우에만 최종 피난완료시간이 4분 47초로 피난한계시간 내에 포함되어, 재실자들의 가장 빠른 피난이 이루어짐.

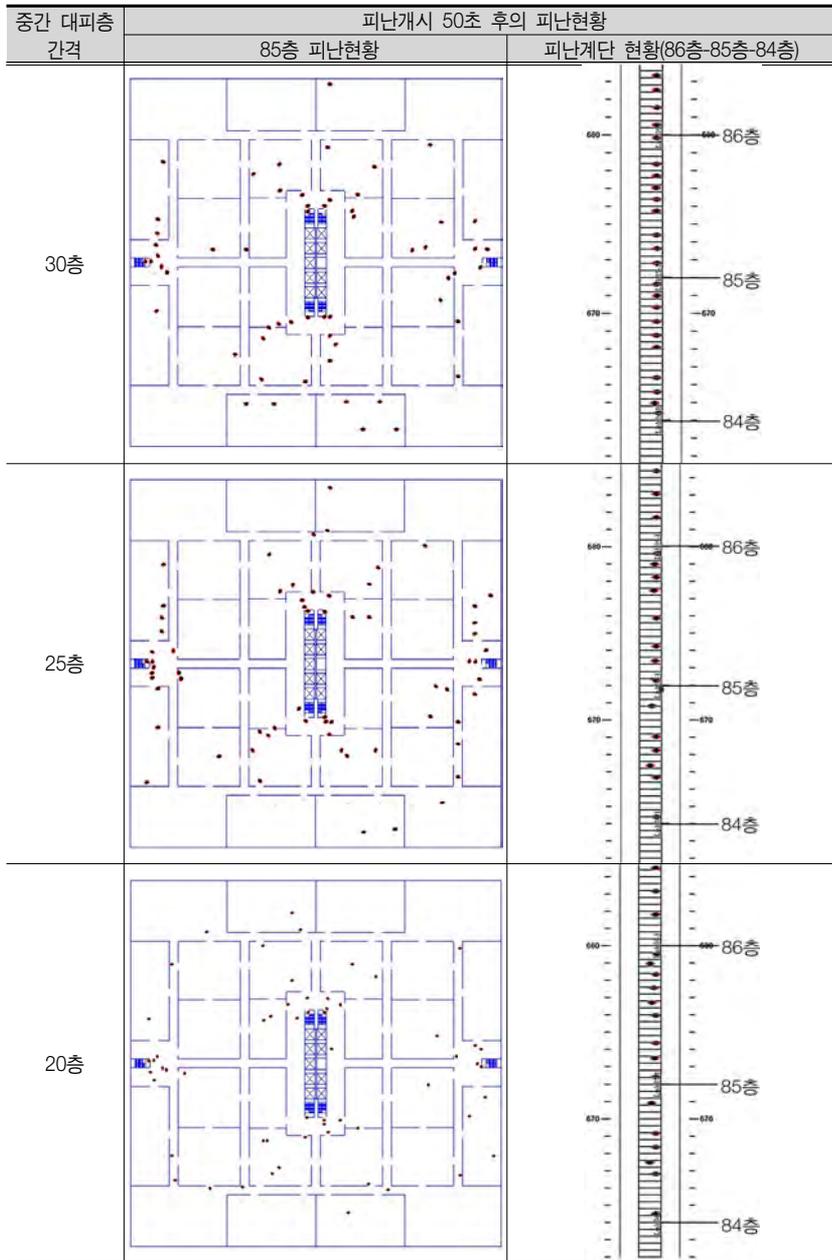
- 1·2차 분석에서는 최종 피난완료시간이 7분 35초부터 8분 2초까지로 피난한계시간을 2분 이상 초과함.

② 피난시간 경과에 따른 피난인원 분포

- 피난인원은 60층 초고층 건축물의 경우와 마찬가지로 초기 100초 정도 경과 할 때까지 급격히 증가하며, 3차 피난시물레이션에서 가장 뚜렷하게 나타남.



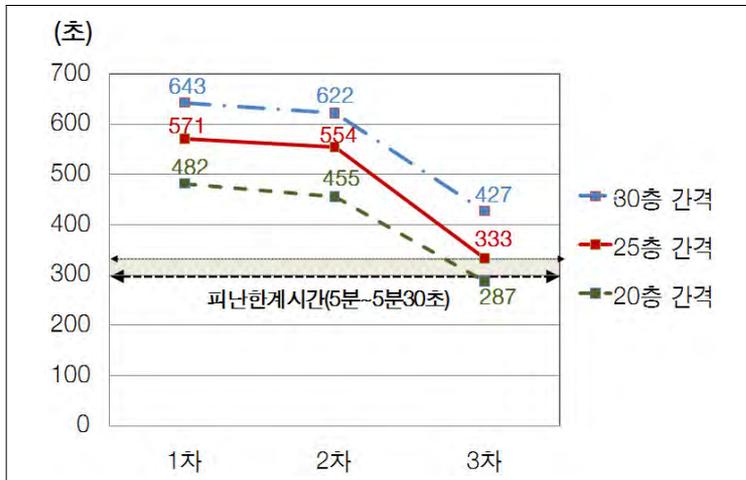
(그림 3-16) 99층 초고층 건축물의 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포



〈그림 3-17〉 99층 초고층 건축물의 Simulex 시뮬레이션 진행 사례

(3) 최종 평가

- 25층 및 20층 간격의 중간 대피층을 설치할 경우에 피난안전 확보
 - 60층 초고층 건축물의 경우와 마찬가지로, 지상으로부터 25층 및 20층 간격의 중간 대피층을 설치하고 피난계단을 추가로 설치한 경우에(3차 분석), 재실자들의 피난완료시간(4분 47초(287초) ~ 5분 33초(333초))이 피난한계시간을 만족함.
 - 「건축법」상 기준인 최대 30층 간격의 중간 대피층을 설치할 경우에는 최종 피난완료시간이 피난한계시간을 최소 2분에서 5분 정도 초과함.



〈그림 3-18〉 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 피난완료시간과 피난한계시간 비교

〈표 3-18〉 99층 초고층 건축물의 피난시간 감소를 위한 2·3차 피난시뮬레이션의 주요 피난시설 개선내용

주요 피난시설	1차 분석	2차 분석 시 개선 내용	3차 분석 시 개선 내용
• 피난계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m(약 30% 확대)	1.6m
• 출입구의 유효폭(계단)	0.9m	1.2m(약 30% 확대)	1.2m
• 피난계단의 수	4	4	8
• 직통계단의 수	2	2	2

<표 3-19> 99층 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원 현황

시간(초)	30층(명)		25층(명)		20층(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	22	22	23	23	31	31
60	534	556	278	601	669	700
90	1,329	1,885	1,307	1,908	1,706	2,406
120	1,740	3,625	1,732	3,640	2,184	4,590
150	1,553	5,178	1,821	5,461	2,250	6,480
180	1,373	6,551	1,827	7,288	2,287	9,127
210	1,374	7,925	1,859	9,147	1,937	11,064
240	1,390	9,315	1,709	10,856	1,051	12,115
270	1,275	10,590	1,070	11,926	289	12,404
300	956	11,546	539	12,465	41(287초)	12,445
330	617	12,163	104	12,569	-	-
360	259	12,422	7(333초)	12,576	-	-
390	87	12,509	-	-	-	-
420	60	12,569	-	-	-	-
450	7(424초)	12,576	-	-	-	-
합계	12,576	12,576	12,576	12,576	12,445	12,445
평균	838.4명/30초당		1,048명/30초당		1244.5명/30초당	

○ 건축물의 층 바닥면적에 따른 피난계단 설치기준의 개선

- 60층 초고층 건축물의 경우와 마찬가지로 피난계단 설치기준을 “층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡ 이내마다 1개소씩 피난계단 또는 특별피난계단을 추가 설치” 할 수 있도록 관련 규정의 개선이 필요함.

- 계단 및 계단출입구의 폭 확대에 따른 피난완료시간의 단축은 미미 (17~21초)⁵⁹⁾
- 피난시뮬레이션 결과 60층 초고층 건축물의 경우와 마찬가지로 피난 완료시간에 영향을 미치는 중요한 요소는 건축물의 층 바닥면적과 재실자 수로 나타남.

59) <표 3-17> 참조

- 17초 : 중간 대피층 25층 간격의 1·2차 분석에 따른 피난완료시간 단축
 21초 : 중간 대피층 30층 간격의 1·2차 분석에 따른 피난완료시간 단축

3. 초고층 건축물의 중간 대피층 설치 기준

1) 중간 대피층 간격(30·25·20층)에 따른 최종 피난완료시간 비교

〈표 3-20〉 60층 및 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간의 종합 비교

중간 대피층 간격	피난시뮬레이션 분석	최종 피난완료시간		비고
		60층 초고층 건축물	99층 초고층 건축물	
30층	1차	8분 30초(510초)	10분 43초(643초)	•피난한계시간(5분~5분 30초)을 상당히 초과
	2차	8분 5초(485초)	10분 22초(622초)	
	3차	6분 26초(386초)	7분 4초(424초)	
25층	1차	7분 27초(447초)	9분 31초(571초)	•피난한계시간을 상당히 초과
	2차	7분 10초(430초)	9분 14초(554초)	
	3차	5분 26초(326초)	5분 33초(333초)	•피난한계시간 내에 포함
20층	1차	5분 59초(359초)	8분 2초(482초)	•60층 초고층 건축물 경우 에만 피난한계시간에 근접
	2차	5분 35초(335초)	7분 35초(455초)	
	3차	4분 35초(275초)	4분 47초(287초)	•피난한계시간 내에 포함

참고 :

- 1차 분석 : 주요 피난시설의 법적 최소 기준 적용(계단 폭 1.2m, 출입구 0.9m)
- 2차 분석 : 계단 폭 1.6m, 계단출입구의 폭 1.2m
- 3차 분석 : 피난계단 추가계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m)

○30층 간격의 중간 대피층을 설치한 경우

—60층 및 99층 초고층 건축물의 피난완료시간은 6분 26초(60층 건축물의 3차 분석)부터 10분 43초(99층 건축물의 1차 분석)까지로 피난한계시간을 최소 2분 이상 초과함.

○25층 간격의 중간 대피층을 설치한 경우

—3차 분석에서만(60층 및 99층 초고층 건축물) 피난완료시간이 5분 26초(60층), 5분 33초(99층)로 피난한계시간 범위 내에 포함됨.

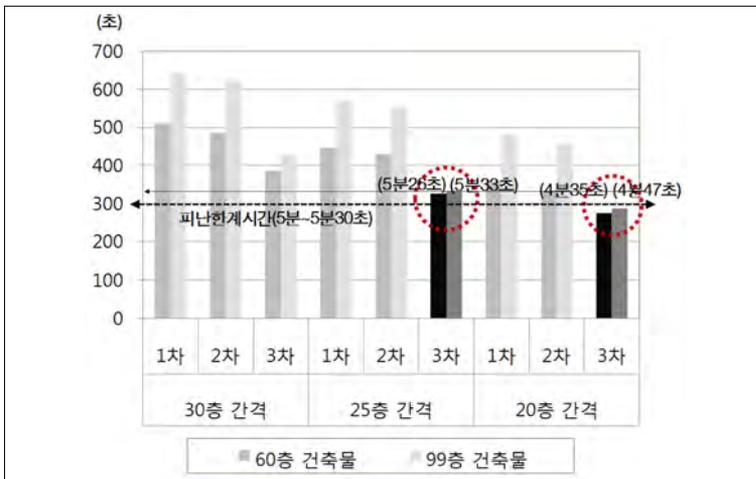
- 1·2차 분석(60층 및 99층 초고층 건축물)의 피난완료시간은 7분 10초(60층 건축물의 2차 분석)부터 9분 31초(99층 건축물의 1차 분석)까지로 피난한계시간을 상당히 초과함.

○20층 간격의 중간 대피층을 설치한 경우

－3차 분석의 피난완료시간은 60층 초고층 건축물이 4분 35초, 99층 초고층 건축물이 4분 47초로 피난한계시간 범위 내에 포함됨.

- 60층 초고층 건축물의 경우 1·2차 분석 피난완료시간은 각각 5분 35초, 5분 59초로, 25층 간격의 중간 대피층이 설치된 60층 초고층 건축물 대상 3차 분석 피난완료시간인 5분 26초와 비슷하게 나타남.
- 그러나, 99층 초고층 건축물의 경우 1·2차 분석의 피난완료시간은 각각 7분 35초, 8분 2초로 피난한계시간을 최소 2분 30초 이상 초과함.

2) 재실자 피난안전확보를 위한 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준



참고 : 1차, 2차, 3차 분석을 위한 세부 내용은 <표 3-20> 참조

<그림 3-19> 피난시뮬레이션 분석에 의한 초고층 건축물의 중간 대피층 설치기준

○지상층으로부터 최대 25개 층마다 중간 대피층(피난안전구역)을 설치

－60층 및 99층 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석 결과, 최종 피난완료시간은 평균 5분 29초(329초)로 나타남(<표 3-20>)⁶⁰⁾. 이 시간은 재실자들이 피로를 느끼지 않고 피난할 수 있는 시간인 피난한계시간

(5분~ 5분30초)을 만족하는 수치임.

- 따라서, 50층 이상 초고층 건축물의 중간 대피층은 지상으로부터 최대 25층마다 1개 층의 대피공간을 설치하는 것이 가장 바람직하며, 동시에 피난계단의 추가 설치와 계단출입구의 폭도 최대한도(법적 최소 기준의 30% 이상)로 확대하여야 함.

○ 건축물의 층 바닥면적이 일정 기준 이상이거나 유동인구가 많은 초고층 건축물의 경우에는 최대 20층 간격의 중간 대피층 설치도 고려하여야 함.

— 층 바닥면적이 10,000㎡(100m×100m)인 99층 초고층 건축물에서 지상 층으로부터 20층 간격으로 중간 대피층 설치 시, 1·2차 분석의 피난완료시간은 피난한계시간을 최소 2분 이상 초과하였음(7분 35초 ~ 8분 2초).

- 특히, 피난계단을 추가한 3차 분석의 경우에만 피난완료시간이 4분 47초(287초)로 재실자들의 피난안전이 확보되었음.
- 이번 피난시뮬레이션 분석 결과, 피난완료시간에 가장 많은 영향을 주는 요인은 건축물의 층 바닥면적과 재실자 인원수로, 건축물의 층 바닥면적 등에 따른 중간 대피층 설치 세부기준에 대한 연구가 추가로 필요함.

○ 50층 미만 건축물에 대한 중간 대피층 설치 기준 확립 필요

— 현재 50층 미만의 건축물들에 대해서는 일반 건축물에 적용되는 최소한의 기준을 동일하게 적용하고 있음.

- 추후, 50층 미만 건축물에 대해서도 높이별·건축물의 층 바닥면적별로 중간 대피층 설치 세부기준을 마련하여야 함.

60) 5분 29초(329초) = (5분 26초(326초) + 5분 33초(333초)) ÷ 2

“초고층 건축물의 대피층 및 대피공간 개념도입방안(최재필 외, 2005.11)”에서는 46층 건축물에서 20층 이상에 1개의 대피층을 설치하여 시뮬레이션을 실시하였을 때, 평균 피난시간이 5분 35초로 나타남.

제4절 화재시뮬레이션 분석을 통한 초고층 건축물의 피난안전성 평가(2단계)

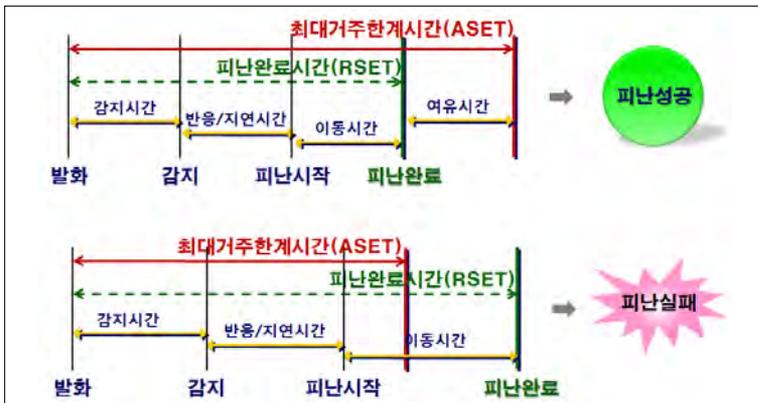
1. 대상 초고층 건축물⁶¹⁾의 피난안전성평가를 위한 주요 절차

1) 피난안전성평가

○25개 층마다 중간 대피층이 설치된 초고층 건축물에 대하여 화재 및 피난 시뮬레이션 분석을 실시하고, 재실자의 최대거주한계시간과 피난완료시간을 비교·평가함.

– 피난성공은 재실자의 피난이 최대거주한계시간 내에 완료되는 것을 의미하며, 피난실패는 반대의 경우를 말함.

- 피난성공 = 최대거주한계시간(ASET) > 피난완료시간(RSET)
- 피난실패 = 최대거주한계시간(ASET) < 피난완료시간(RSET)



참고 : 「다중이용업소 피난대책 향상 및 집중관리지역」, 서울시정개발연구원, 2009.

〈그림 3-20〉 피난안전성평가

61) 대상 초고층 건축물 : 지상층으로부터 최대 25개 층마다 중간 대피층이 설치된 초고층 건축물 (1단계의 3차 피난시뮬레이션 분석)

– 제3절에서 최종적으로 제시된 초고층 건축물을 대상으로 피난안전성평가를 실시함. 현실적으로, 모든 경우에 대하여 피난안전성평가 실시는 불가능하므로, 가장 적합하게 제시된 경우를 대상으로 분석함.

2) 피난안전성평가 절차 및 주요 내용



〈그림 3-21〉 피난안전성평가 주요 절차

〈표 3-21〉 초고층 건축물의 피난안전성평가 주요 절차 및 내용

절차	주요 내용
① 화재 및 피난 시나리오 작성	<ul style="list-style-type: none"> 60층 및 99층 초고층 건축물의 화재시나리오와 재실자들의 일반적 피난상황을 고려한 피난시나리오 작성 -대상 초고층 건축물은 중간 대피층이 25층 간격인 1단계의 3차 피난시뮬레이션 분석⁶²⁾ 경우에 한함.
② 화재시뮬레이션 실시 ⁶³⁾	<ul style="list-style-type: none"> 재실자가 실내에 거주 가능한 최대거주한계시간(ASET)을 측정 -대상 초고층 건축물 내의 시간별·층별 연기확산 형상, 온도 및 이산화탄소 분포 상태 등을 분석
③ 피난시뮬레이션 실시 ⁶⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> 재실자의 최종 피난완료시간(RSET) 산출 -앞 절(제3절)의 피난시뮬레이션 분석과 같은 방법으로 대상 초고층 건축물 내 재실자의 피난행동요소를 고려하여, 주요 피난시설(피난계단, 주출입구, 비상구), 이동경로 등을 분석
④·⑤ 피난안전성 평가를 통한 피난시설 개선	<ul style="list-style-type: none"> 재실자의 최대거주한계시간(ASET)과 최종 피난완료시간(RSET)을 비교하여 피난안전성을 평가하고, 이를 통하여 피난시설 등의 개선방안 수립 -실제적인 피난시설 개선방안(피난계단 추가 설치, 피난계단 및 계단출입구 폭 확대 등은 앞 절에서 이미 제시되었으므로, 추가 개선방안은 생략
⑥ 초고층 건축물의 가장 적절한 중간 대피층 설치 기준 확립	

62) 피난계단을 추가 설치하고 피난계단 및 계단출입구 폭을 확대하여 피난시뮬레이션을 실시한 경우

63) 화재시뮬레이션은 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발된 FDS(Fire Dynamic Simulation)를 사용하였으며, FDS는 화염이나 연기와 같이 화재에 의해 유도된 유체흐름을 해석하는 전산유체역학(CFD) 모델임.

2. 화재 및 피난 시나리오

1) 대상 건축물

- 60층(층 바닥면적 5,600㎡) 및 99층(층 바닥면적 10,000㎡) 초고층 건축물
 - 지상층으로부터 최대 25개 층마다 중간 대피층이 설치되며, 피난계단이 추가되어 피난계단 및 계단출입구 폭이 확대된 초고층 건축물
 - 앞 절(제3절)의 3차 피난시뮬레이션 분석을 통하여 제시된 초고층 건축물

〈표 3-22〉 초고층 건축물의 3차 피난시뮬레이션 분석을 위한 주요 피난시설 내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설		60층	99층
25층	•직통계단	개소	2개소	2개소
		보행거리	50m(이하)	50m(이하)
		계단 및 계단참의 폭	1.6m	1.6m
		출입구의 유효폭	1.2m	1.2m
	•피난계단	개소	4개소	8개소
		계단 및 계단참의 폭	1.6m	1.6m
		출입구의 유효 폭	1.2m	1.2m
	•복도의 넓이		2.4m	2.4m
	•건축물의 바깥쪽으로의 출구(1층 주출입구)		33.6m	60m

참고 : 세부내용은 제3절 참조

2) 화재 및 피난 시나리오 작성

- 화재시나리오
 - 화재발생지점
 - 60층 건축물은 38층 객실, 99층 건축물은 88층 객실 내의 소파(폴리우레탄)에서 각각 화재가 발생함.

64) 피난시뮬레이션은 제3절에서 사용한 Simulex를 이용함.

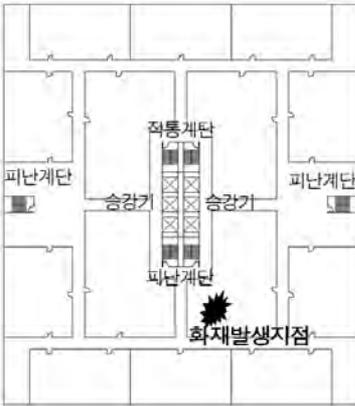
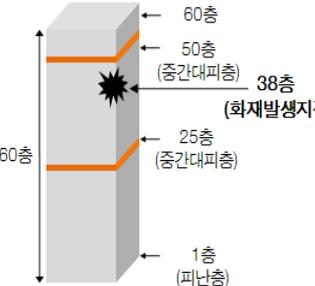
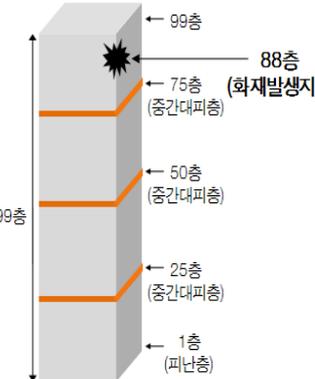
- 연기의 상층부 확산·이동에 따른 재실자 거주한계시간(화재위험 허용한계값)과 최종 상·하향 피난시간을 비교하여 피난의 성공여부를 확인함.

○ 피난시나리오

– 재실자들의 피난상황

- 60층 초고층 건축물
 - 38층 객실에서 화재가 발생하여, 38~49층(상향피난) 및 51~55층(하향피난)의 재실자들은 50층의 중간 대피층으로 피난
 - 56~60층의 재실자들은 옥상으로 피난(상향피난)
 - 38층 이하의 재실자들은 25층의 중간 대피층과 1층(피난층)으로 피난
- 99층 초고층 건축물
 - 88층 객실에서 화재가 발생하여, 88~99층 이상의 재실자들은 옥상으로 피난(상향피난)
 - 88층 이하의 재실자들은 중간 대피층인 75층, 50층, 25층과 1층(피난층)으로 피난

- ◆ 대상 초고층 건축물의 일부 층에 대해서만 화재 및 피난 시뮬레이션을 실행 한 이유
- 피난시뮬레이션 프로그램(Simulex)의 Link 설정 개수 한계성
 - Simulex 구동 시, 각 출입구(계단출입구, 1층 및 중간 대피층 출입구)에 Link를 설치하여, 층별·계단별 재실자의 피난 인원수와 시간을 측정함.
 - Simulex의 최대 Link 수는 1,000개임.
 - 화재시뮬레이션 프로그램(FDS) 구동을 위해서는 장시간 소요
 - 이번 고성능 PC 사용 시, 60층 초고층 건축물의 23개 층(38~60층)에 대한 FDS 구동 시간은 평균 25시간, 99층 초고층 건축물의 12개 층(88~99층)에 대한 FDS 구동 시간은 평균 23시간이었음.

화재시나리오	층수	피난시나리오
<p>•화재발생위치 : 38층</p> 	60층	<p>•재실자들의 피난상황</p> <ul style="list-style-type: none"> -38층 화재발생 시 38층 이상의 재실자는 50층 및 옥상으로 피난(38층에서 60층까지의 거주한계시간 측정) · 38층 아래의 재실자는 25층과 1층으로 피난 
<p>•화재발생위치 : 88층</p> 	99층	<p>•재실자들의 피난상황</p> <ul style="list-style-type: none"> -88층에서 화재발생 시 각 층의 재실자는 가까운 출구로 피난 · 88층~99층까지의 층별 거주한계시간 측정 
<p>•화재발생원인</p>	<p>•방화 혹은 부주의 : 객실 내 소파(침대) 화재</p>	
<p>•발화원</p>	<p>•폴리우레탄(Polyurethane)</p>	
<p>•방화문</p>	<p>•비상구 방화문이 닫힌 상태</p>	
<p>•간이스프링클러</p>	<p>•스프링클러의 영향은 화재시물레이션(FDS)에서 제외(미작동)</p>	
<p>•기류영향</p>	<p>•화재발생 전 기류영향이 없음</p>	

〈그림 3-22〉 60층 및 99층 초고층 건축물의 화재발생 위치와 원인

3. 화재시뮬레이션 및 피난시뮬레이션 입·출력 자료

1) 화재시뮬레이션 입·출력 자료 및 최대거주한계시간

(1) 입·출력 자료

〈표 3-23〉 화재시뮬레이션 분석을 위한 FDS(Fire Dynamic Simulation) 입·출력자료

구분	요소	설정 값
입력자료 (초기설정)	초기온도	25℃ (상온)
	발화원	폴리우레탄 (Polyurethane)
	내부 기류속도	0 m/s
	화재 크기(HRR ⁶⁵⁾)	3.5Mw
	시뮬레이션 시간	1,800sec (30min)
	건물크기 및 격자수(총 60층)	•건물크기 : 70m(X), 80m(Y), 200m(Z) -격자수 : 1,120,000개(70×80×200)
건물크기 및 격자수(총 99층)	•건물크기 : 100m(X), 100m(Y), 330m(Z) -격자수 : 3,300,000개(100×100×330)	
출력자료	가시거리(m)	•측정지점의 시간별 연기확산 형상
	온도분포(℃)	•측정지점의 시간별 온도 분포
	일산화탄소(CO) 분포(ppm)	•측정지점의 시간별 일산화탄소 분포

○주요 입력자료

– 발화원 및 화재 크기

- 폴리우레탄 재질의 소파(발화원)에서 화재가 발생하였으며, 화재 크기는 3.5Mw⁶⁶⁾로 미국의 NIST⁶⁷⁾에서 실시한 화재실험 데이터를 이용함.

– MESH 만들기

- FDS에서의 격자는 정육면체(1m×1m×1m)가 가장 이상적으로⁶⁸⁾, 60층

65) HRR : Heat Release Rate

66) 『Principles of Smoke Management(Sofa with polyurethane foam padding)』, 미국소방기술사회(SFPE, Society of Fire Protection Engineers), 2005.

67) NIST : National Institute of Standards and Technology

68) 『Pyrosim Example Guide』, Thunderhead Engineering Co., 2008.1., 『Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide』, NIST Special Publication 1019-5, 2007.

건축물의 MESH는 70×80×200(1,120,000개), 99층 건축물의 MESH는 100×100×330(3,300,000개)로 작성됨.

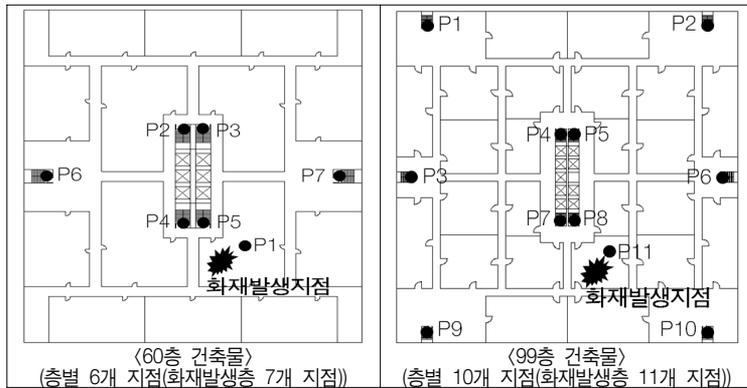
○출력자료

–가시거리(m), 온도(°C), 일산화탄소(CO) 분포

- 시뮬레이션 실행시간(1,800초(30분)) 동안, 건축물 각 층의 측정점에서 연기확산 형상(가시거리) 및 온도·일산화탄소의 분포상태 측정

–측정점

- 호흡안전선 위치인 1.5m 높이에서, 발화지점, 출입구(직통계단 및 피난계단), 복도 등 총 7개(60층 건축물) 및 11개(99층 건축물) 지점의 가시거리, 온도, 일산화탄소 농도를 층별로 측정



(그림 3-23) 화재발생지점(화재발생층, ★) 및 측정점(●)

(2) 최대거주한계시간

○거주한계시간

–재실자가 실내에 거주할 수 있는 최대 한계시간으로, 가시거리, 온도, 일산화탄소가 “화재위험 허용한계값(미국소방기술사회(SFPE) 기준, 2002)”에 도달하는 시간을 각 층의 주출입구(직통 및 피난 계단 등)에서 측정함.

〈표 3-24〉 화재위험 허용한계값

평가요소	화재위험 허용한계값
가시거리	≥5m
온도	≤60℃
일산화탄소(CO)	≤500ppm

참고 : 미국소방기술사회(SFPE, Society of Fire Protection Engineers) 핸드북, 2002.

○ 최대거주한계시간⁶⁹⁾

— 실제로는 가시거리 거주한계시간(화재위험 허용한계값 : 5m)이 온도(화재위험 허용한계값 : 60℃), 일산화탄소(화재위험 허용한계값 : 500ppm)의 거주한계시간보다 빠르므로, 가시거리 거주한계시간을 최대거주한계시간으로 정함.

- 피난자는 익숙한 공간에서 가시거리(연기농도)가 최소한 5~10m 이상, 익숙하지 않은 공간에서는 15~20m 이상의 가시거리가 확보되어야 피난행동에 장애를 받지 않음.

〈표 3-25〉 연기농도에 따른 가시거리

가시거리	연기농도
20~30m	<ul style="list-style-type: none"> • 아주 얇게 연기가 떠돌 때의 농도 — 연기감지기는 이 정도의 농도에서 작동함. — 건물에 익숙하지 않은 사람은 이 이상 농도가 짙어지면 피난에 지장을 받기 시작함.
5m	<ul style="list-style-type: none"> • 건물을 잘 알고 있는 사람이 피난할 때 지장을 느끼는 정도
3m	<ul style="list-style-type: none"> • 어두침침함을 느낄 때의 농도 — 조금씩 손으로 더듬어가는 피난이 이루어짐.
1~2m	<ul style="list-style-type: none"> • 거의 전방이 보이지 않게 됨.
수십 _{cm}	<ul style="list-style-type: none"> • 최성기 화재층의 연기농도 — 암흑상태로 거의 아무것도 보이지 않음, 유도등도 보이지 않음
-	<ul style="list-style-type: none"> • 출화실에서 연기가 유출될 때의 연기농도

참고 : 미국소방기술사회(SFPE, Society of Fire Protection Engineers) 핸드북, 2002.

69) 「다중이용업소 피난대책 향상 및 집중관리지역 구역화 방안」, 서울시정개발연구원, 2009; 「화재시물레이션실무 입문과정」, 최금란·이수경 외 6인, 2009.2.

2) 피난시물레이션 입·출력 자료 및 피난완료시간

○ 피난시물레이션은 Simulex를 사용하며, 앞 절(제3절)의 입·출력 자료 내용과 동일함.

〈표 3-26〉 피난시물레이션 분석을 위한 Simulex 입·출력 자료 항목 및 설정 값

구분	항목	설정 값
입력자료	피난인원 (총 재실자 수)	•1인당 최소 주거면적(12㎡(3.6평/명))을 고려하여 산출 - 실제 피난시물레이션 실행 시, 중간 대피층 인원은 제외
	보행속도	•0.6m/s(하향 균중보속), 0.45m/s(상향 균중보속) - Simulex 인원특성 옵션 중 'Japan:Hall/Hotel+' 에 대한 보행속도
	피난개시시간	•30초(반응시간 ± 30초) - 화재발화 후 30초 이후에 피난인원이 피난을 시작하도록 함. 다만, 개인차를 고려하여 ± 30초의 변화를 줌.
출력자료	피난인원 (최종 피난인원)	•출구별·시간별 피난자수
	피난완료시간	•모든 피난인원이 지상 1층(피난층), 중간 대피층, 옥상으로 피난을 완료하는 시간

참조 : 〈표 3-7〉 참고

4. 피난안전성평가(2단계)

1) 화재발생 경우에 최대거주한계시간과 피난시간의 비교

(1) 60층 초고층 건축물의 피난안전성평가

① 피난안전성평가

○ 각 층의 최대거주한계시간 및 최종 피난완료시간(〈표 3-27〉)

- 각 층의 최대거주한계시간은 3분 56초(38층 : 화재발생층) 부터 6분 42초(60층)까지로 나타남.

- 각 층의 최종 피난완료시간은 1분 30초(38층 : 화재발생층)부터 5분 30초(50층 : 중간 대피층)까지임.

○ 대상 초고층 건축물의 피난안전성평가

- 피난성공(최대거주한계시간 > 최종 피난완료시간)

- 최종 피난완료시간은 5분 30초(50층 : 중간 대피층)로 최대거주한계시간 6분 42초(60층)보다 작으므로 모든 재실자의 안전한 피난성공이 이루어지며, 피난한계시간을 만족함.
- 각 층의 피난완료시간이 거주한계시간보다 빠름.

(표 3-27) 60층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간 비교

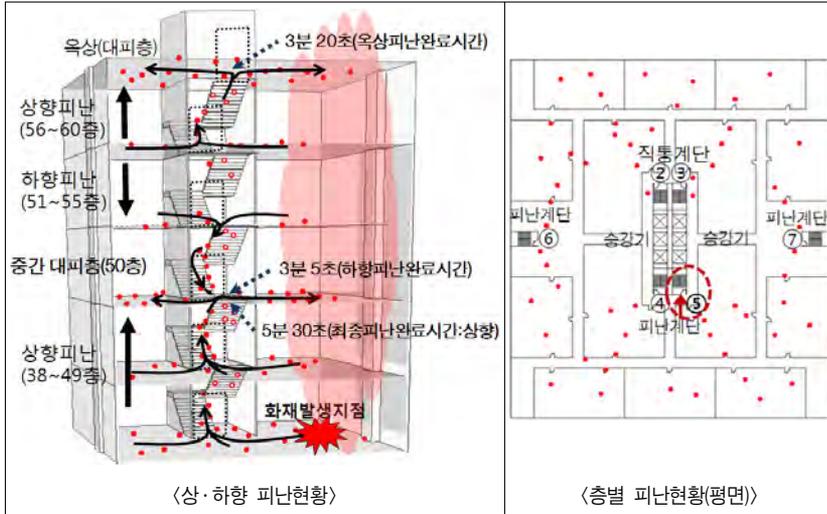
측정 지점(층)	거주한계시간(FDS) (가시거리5m)	최종 피난완료시간(Simulex)		
		시간 ⁷⁰⁾	피난인원(명)	비고
38	3분 56초(236초)	1분 30초(90초)	85	50층으로 피난
39	3분 40초(220초)	1분 55초(115초)	170	50층으로 피난
40	3분 54초(234초)	2분 15초(135초)	255	50층으로 피난
41	3분 58초(238초)	2분 30초(150초)	340	50층으로 피난
42	4분 10초(250초)	2분 50초(170초)	425	50층으로 피난
43	4분 27초(267초)	3분 10초(190초)	510	50층으로 피난
44	4분 35초(275초)	3분 30초(210초)	595	50층으로 피난
45	4분 39초(279초)	3분 50초(230초)	680	50층으로 피난
46	4분 52초(292초)	4분 10초(250초)	765	50층으로 피난
47	5분 4초(304초)	4분 30초(270초)	850	50층으로 피난
48	5분 6초(306초)	4분 50초(290초)	935	50층으로 피난
49	5분 19초(319초)	5분 10초(310초)	1020	50층으로 피난
50	(5분 31초(331초))	5분 30초(330초) ^{주1)} (3분 5초(185초)) ^{주2)}	1445	중간 대피층
51	5분 33초(333초)	2분 50초(170초)	425	50층으로 피난
52	5분 42초(342초)	2분 35초(155초)	340	50층으로 피난
53	5분 47초(347초)	2분 20초(140초)	255	50층으로 피난
54	5분 49초(349초)	1분 45초(105초)	170	50층으로 피난
55	5분 58초(358초)	1분 30초(90초)	85	50층으로 피난
56	6분 14초(374초)	1분 45초(105초)	85	옥상으로 피난
57	6분 29초(389초)	2분 5초(125초)	170	옥상으로 피난
58	6분 31초(391초)	2분 25초(145초)	255	옥상으로 피난
59	6분 32초(392초)	2분 45초(165초)	340	옥상으로 피난
60	6분 42초(402초)	3분 5초(185초)	425	옥상으로 피난
옥상	(7분 17초(437초))	3분 20초(200초) ^{주3)}	425	옥상(대피층)
피난성공	6분 42초(402초) (최대거주한계시간)	5분 30초(330초) (최종 피난완료시간)	1870 (총 피난인원 =1445+425)	85명 × 22층

참고 : 세부내역 <부록 7> 참조

주1 : 38~49층의 피난자들이 50층 중간 대피층으로 상향피난하는 최종 피난완료시간
- 제3절의 60층 건축물에 대한 25층 간격의 대피층 설치(3차 시뮬레이션) 결과(5분 26초(326초), <표 3-20>)와 다르게 나타난 이유는 Simulex에서 재실자의 특성과 분포가 일정하지 않았기 때문임.

주2 : 51~55층의 피난자들이 50층 중간 대피층으로 하향피난하는 최종 피난완료시간

주3 : 56~60층의 피난자들이 옥상(대피층)으로 상향피난하는 최종 피난완료시간



참고 : 최종 피난지점은 50층 중간 대피층의 ⑥번 피난계단이며, 그 때의 최종 피난완료시간은 5분 30초(표 3-27)로 나타남.

〈그림 3-24〉 60층 초고층 건축물의 재실자 피난현황

② 세부 분석내용

○ 화재시뮬레이션(FDS)에 의한, 38층 발화점(P1)에서의 가시거리, 온도, 일산화탄소에 대한 거주한계시간 및 최대거주한계시간을 분석함(<그림 3-25>).

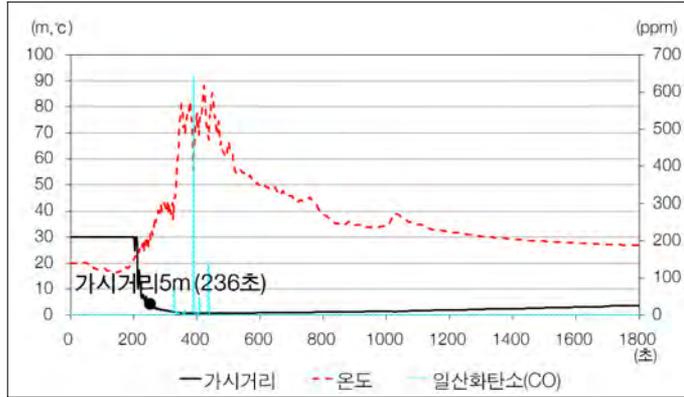
－거주한계시간

- 가시거리(5m) 3분 56초(236초), 온도(60℃) 5분 38초, 일산화탄소(500ppm) 6분 29초로 나타남.

－최대거주한계시간

- 가장 짧은 거주한계시간인 가시거리 거주한계시간 3분 56초(236초)를 최대거주한계시간으로 함.

70) 시간 : 재실자가 각 층의 계단 출입구를 마지막으로 통과하는 시간



(그림 3-25) 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 최대거주한계시간
(가시거리 화재위험 허용한계값(5m) 도달시간 : 3분 56초(236초))

○ 시간별 연기 확산 형상(<그림 3-26>)

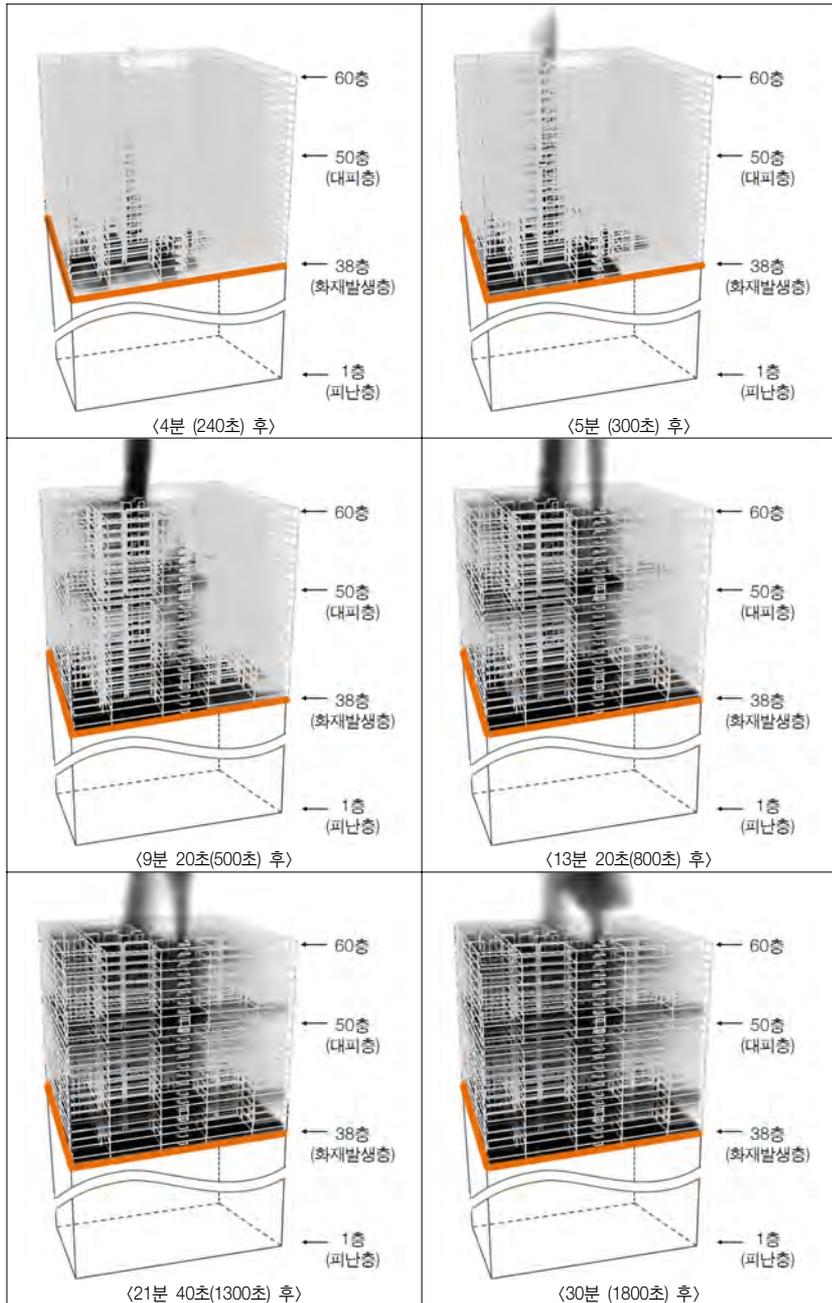
- 화재발생 후, 연기가 4분을 지나면서(최대거주한계시간 3분 56초) 38층의 일부에 차고, 직통계단을 통해 상부층으로 급속히 확산됨.
- 9분 20초 이후에는 38층을 포함한 상부층의 전체에 연기가 가득함.

○ 60층 초고층 건축물 38층의 시간별 온도 분포(<그림 3-27>)

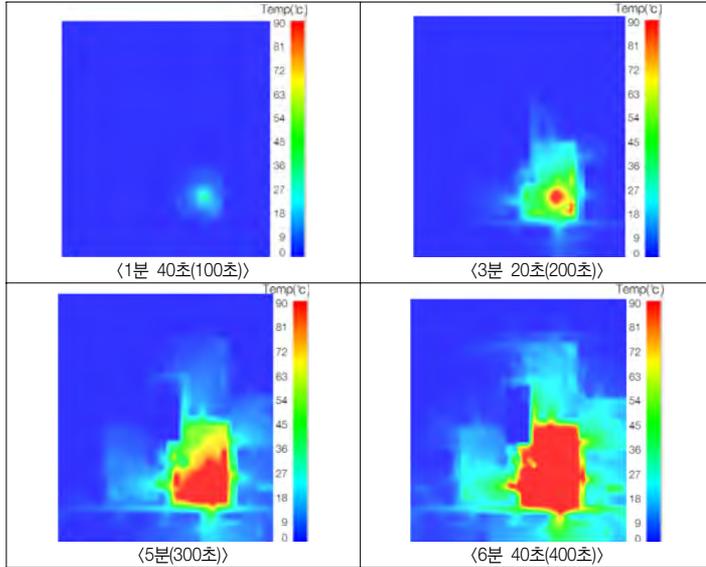
- 화재발생 지점을 중심으로 온도가 상승하다가 5분 이후에는 38층 거의 전역이 60°C 이상으로 올라가 화재위험 허용한계값을 초과함.

○ 60층 초고층 건축물 38층의 시간별 일산화탄소 분포(<그림 3-28>)

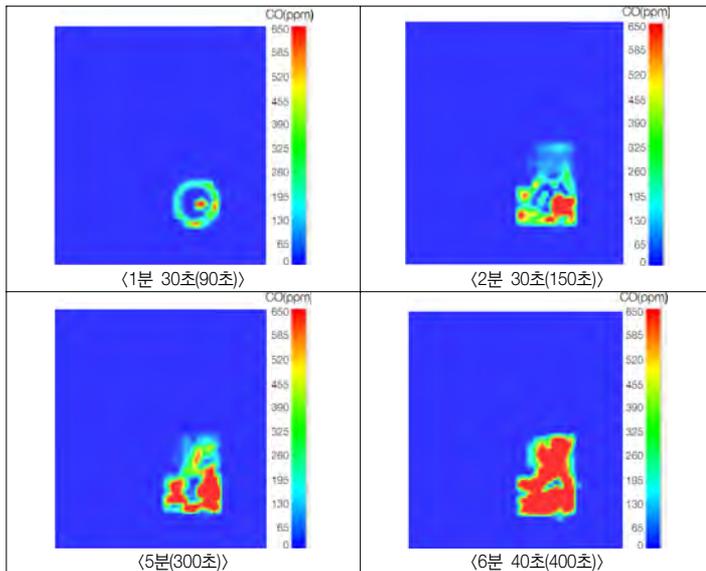
- 화재발생 후, 일산화탄소가 1분 30초까지는 화재발생지점을 중심으로 높은 농도를 나타내며, 6분 40초까지 화재발생층에서 넓게 급속히 퍼졌다가 점차 감소함.



〈그림 3-26〉 60층 초고층 건축물의 시간별 연기확산 형상



〈그림 3-27〉 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 시간별 온도 분포



〈그림 3-28〉 60층 초고층 건축물의 발화층(38층) P1지점에서의 시간별 일산화탄소 분포

(2) 99층 초고층 건축물의 피난안전성평가

① 피난안전성평가

○ 각 층의 최대거주한계시간 및 최종 피난완료시간

– 각 층의 최대거주한계시간은 3분 5초(88층 : 화재발생층) 부터 6분 38초(99층)로 나타남.

- 각 층의 최종 피난완료시간은 1분 30초(88층 : 화재발생층)부터 5분 25초(옥상)까지임.

○ 대상 초고층 건축물의 피난안전성평가

– 피난성공(최대거주한계시간 > 최종 피난완료시간)

- 최종 피난완료시간은 5분 25초(옥상)로 최대거주한계시간 6분 38초(옥상)보다 작으므로 모든 재실자의 안전한 피난성공이 이루어지며, 피난한계시간을 만족함.

- 60층 초고층 건축물과 마찬가지로 각 층의 피난완료시간이 거주 한계시간보다 빠름.

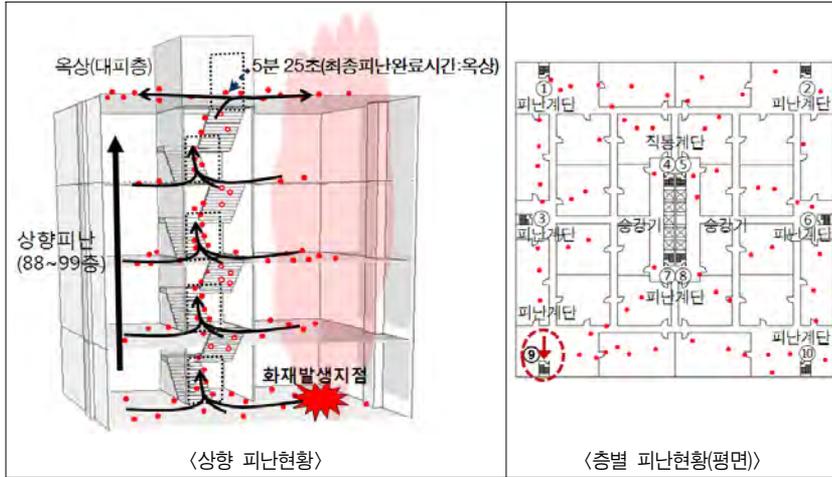
〈표 3-28〉 99층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간 비교

측정 지점(층)	거주한계시간(FDS) (가시거리5m)	최종 피난완료시간(Simulex)		
	시간	시간	피난인원(명)	비고
88	3분 5초(185초)	1분 30초(90초)	131	옥상으로 피난
89	3분 51초(231초)	1분 50초(110초)	262	옥상으로 피난
90	4분 19초(259초)	2분 10초(130초)	393	옥상으로 피난
91	4분 44초(284초)	2분 30초(150초)	524	옥상으로 피난
92	5분 22초(322초)	2분 50초(170초)	655	옥상으로 피난
93	5분 26초(326초)	3분 10초(190초)	786	옥상으로 피난
94	5분 35초(335초)	3분 30초(210초)	917	옥상으로 피난
95	5분 42초(342초)	3분 50초(230초)	1,048	옥상으로 피난
96	5분 44초(344초)	4분 10초(250초)	1,179	옥상으로 피난
97	6분 2초(362초)	4분 25초(265초)	1,310	옥상으로 피난
98	6분 23초(383초)	4분 45초(285초)	1,441	옥상으로 피난
99	6분 38초(398초)	5분 5초(305초)	1,572	옥상으로 피난
옥상	(6분54초(414초))	5분 25초(325초) ^{주1)}	1,572	옥상(대피층)
피난성공	6분 38초(398초) (최대거주한계시간)	5분 25초(325초) (최종 피난완료시간)	1,572 (총 피난인원)	131명 × 12층

참고 : 세부내역 〈부록 7〉 참조

주1 : 88-99층의 피난자들이 옥상으로 상향피난하는 최종 피난완료시간

- 제3절의 99층 건축물에 대한 25층 간격의 대피층 설치(3차 시뮬레이션) 결과(5분 33초(333초), 〈표 3-20〉)와 다르게 나타난 이유는 Simulex에서 재실자의 특성과 분포가 일정하지 않았기 때문임.



참고 : 최종 피난지점은 옥상의 ⑩번 피난계단이며, 그때의 최종 피난완료시간은 5분 25초로 나타남.

〈그림 3-29〉 99층 초고층 건축물의 재실자 피난현황

② 세부 분석내용

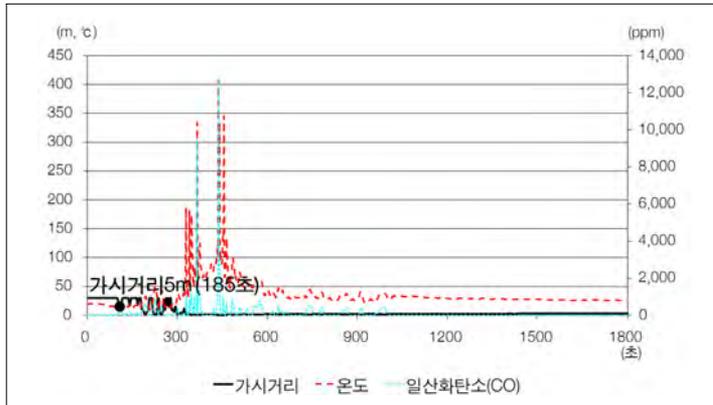
○ 화재시뮬레이션(FDS)에 의한 88층 발화점(P11)에서의 가시거리, 온도, 일산화탄소에 대한 거주한계시간 및 최대거주한계시간을 분석함(<그림 3-30>).

－거주한계시간

- 가시거리(5m) 3분 5초(185초), 온도(60°C) 5분 28초, 일산화탄소 (500ppm) 3분 11초

－최대거주한계시간

- 가시거리 거주한계시간인 3분 5초(185초)를 최대거주한계시간으로 함.



(그림 3-30) 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 최대거주한계시간
(가시거리 화재위험 허용한계값(5m) 도달시간 : 3분 5초(185초))

○ 시간별 연기확산 형상(<그림 3-31>)

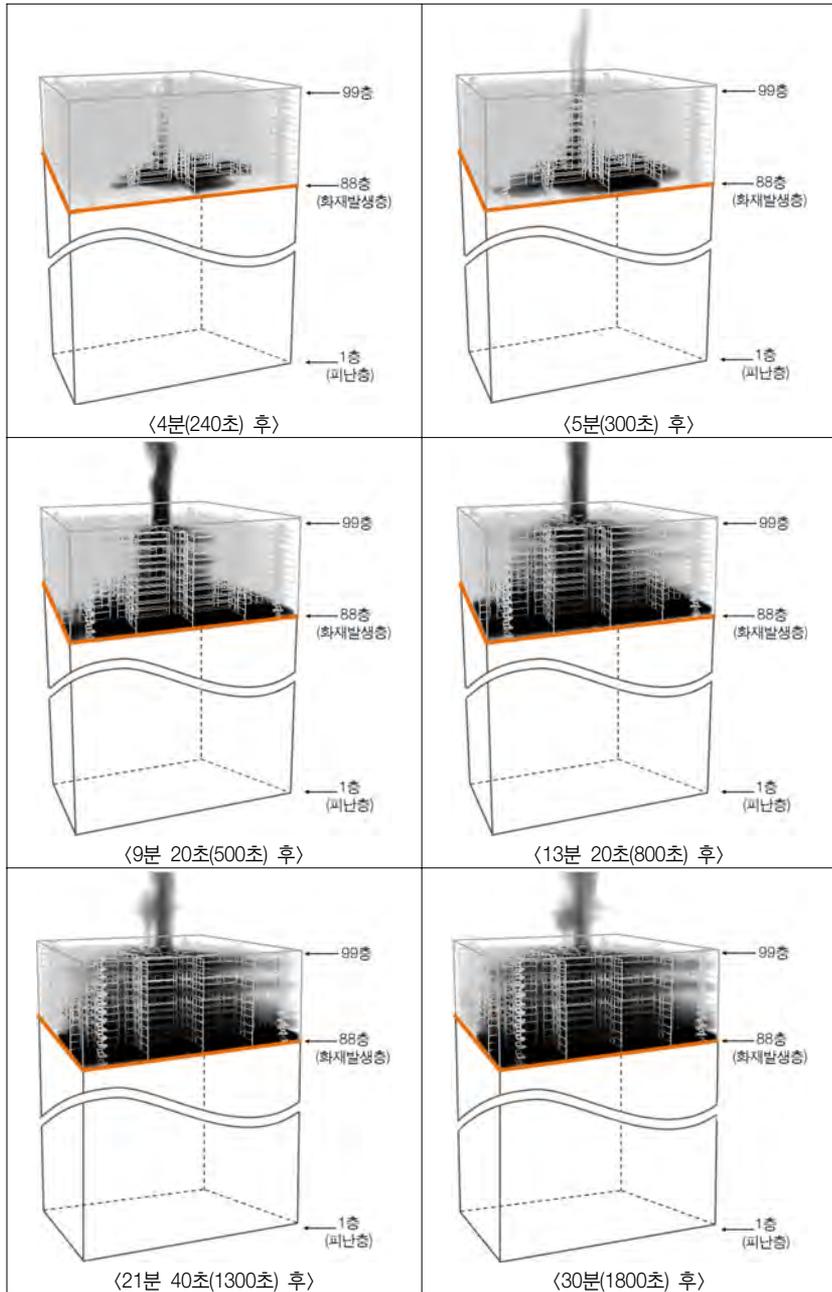
- 화재발생 후, 연기가 4분을 지나면서(최대거주한계시간 3분 5초) 88층의 일부에 차고, 9분 20초 이후에는 88층 전체에 확산됨.
- 그 후, 연기는 직통계단을 통해 상부층으로 급속히 확산되어 13분 20초 이후에는 88층을 포함한 상부층 전체로 연기가 급속히 확산됨.

○ 99층 초고층 건축물 88층의 시간별 온도 분포(<그림 3-32>)

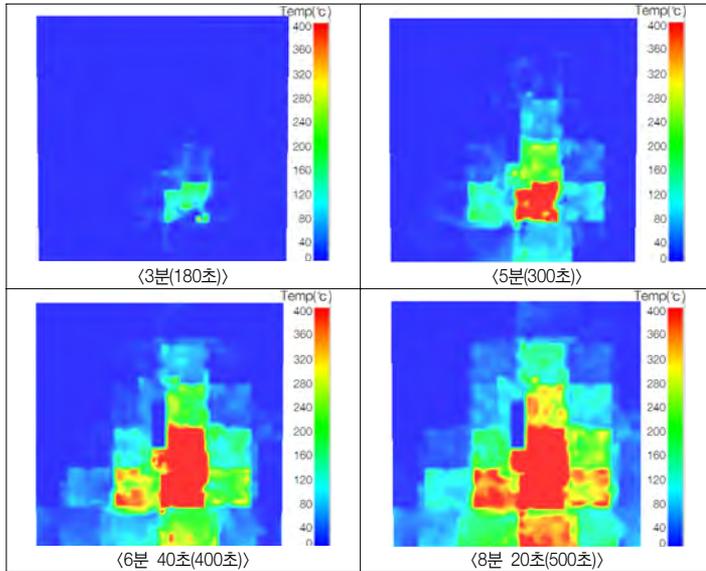
- 화재발생 지점을 중심으로 온도가 상승하다가 6분 40초(거주한계시간 5분 28초) 이후에는 88층 거의 전역이 60°C 이상으로 올라가 화재위험 허용한계값을 초과하였으며, 일부 지점은 200°C를 초과함.
- 8분 20초 이후에는 200°C 이상 지점이 넓게 분포함.

○ 99층 초고층 건축물 88층의 시간별 일산화탄소 분포(<그림 3-33>)

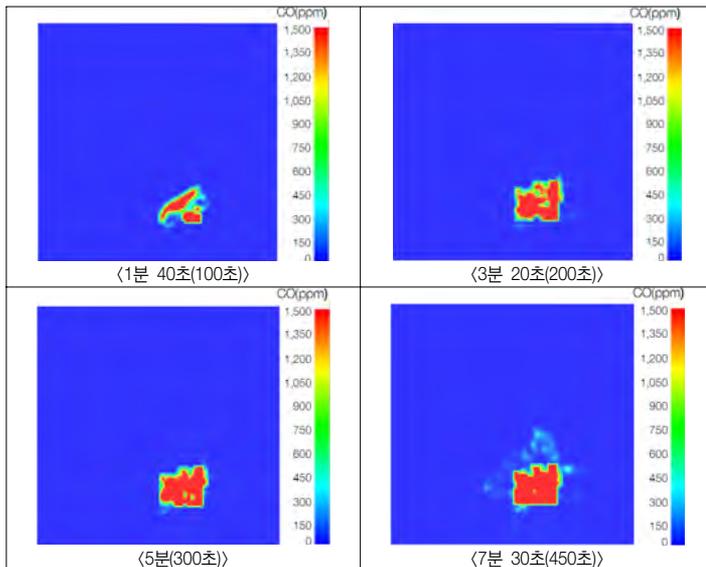
- 화재발생 후, 일산화탄소가 3분 20초까지는 화재발생지점을 중심으로 화재위험 허용한계값인 500ppm 이상의 높은 농도를 나타내며, 7분 30초까지 화재발생층에서 넓게 퍼졌다가 점차 감소함.



〈그림 3-31〉 99층 초고층 건축물의 시간별 연기확산 형상



<그림 3-32> 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 시간별 온도 분포



<그림 3-33> 99층 초고층 건축물의 발화층(88층) P11지점에서의 시간별 일산화탄소 분포

제5절 초고층 건축물의 중간 대피층 최종 설치기준 확립

○중간 대피층 최종 설치기준 제안

- 현행 「건축법」상 초고층 건축물(50층 혹은 200m 이상)에는 중간 대피층을 지상층으로부터 최대 25개 층마다 설치함.
- 동시에, 층 바닥면적⁷¹⁾(예 : 5,000m² 이상)에 따른 피난계단의 추가 설치가 필요하며, 각 출입구 폭(계단출입구, 1층 및 중간 대피층 출입구)도 법적 최소기준의 30% 이상 확대할 필요가 있음⁷²⁾.
- 25개 층마다 설치할 경우에 재실자의 평균 최종 피난완료시간(5분 28초 ~ 5분 29초)이 최대거주한계시간(6분 38초 ~ 6분 42초)보다 작으므로 피난안전성이 확보되었으며, 피난한계시간 범위를 만족함.
- 30개 층마다 설치할 경우에 재실자의 최종 피난완료시간(6분 26초 ~ 10분 43초)⁷³⁾이 피난한계시간을 초과함.

<표 3-29> 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간 및 최종 피난완료시간

중간 대피층 간격	층수	최대거주한계시간	최종 피난완료시간(평균)주1)	비고
25층	60층	6분 42초(402초)	5분 28초(328초) • 5분 26초(326초) ^{주2)} ~ 5분 30초(330초) ^{주3)}	• 피난한계시간 (5분~5분30초) 내에 포함
	99층	6분 38초(398초)	5분 29초(329초) • 5분 25초(325초) ^{주4)} ~ 5분 33초(333초) ^{주5)}	

주1 : 평균시간은 중간 대피층 간격이 25층 경우의 3차 분석에 대한 최종 피난완료시간의 평균임.

주2 : <표 3-20>에서 60층 초고층 건축물의 중간대피층 간격이 25층 경우의 3차분석

주3 : <표 3-27>에서 60층 초고층 건축물의 최종피난완료시간(중간대피층 간격이 25층일 경우)

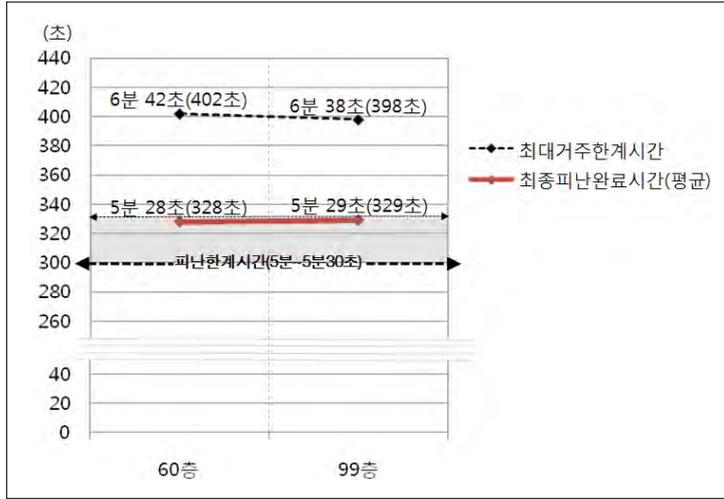
주4 : <표 3-28>에서 99층 초고층 건축물의 최종피난완료시간(중간대피층 간격이 25층일 경우)

주5 : <표 3-20>에서 99층 초고층 건축물의 중간대피층 간격이 25층 경우의 3차분석

71) 층 바닥면적에 따른 피난계단의 추가설치 세부기준은 추후에 추가 연구가 필요함.

72) 제4절의 <표 3-22> 참조

73) 제3절의 <표 3-20> 참조



〈그림 3-34〉 25층 중간 대피층 간격에 따른 최대거주한계시간과 최종 피난완료시간 및 피난한계시간 비교(피난안전성평가)

제4장 초고층 건축물의 화재안전시스템 강화

제1절 초고층 건축물의 소방시설 강화

제2절 연돌효과 대책

제3절 고강도 콘크리트의 내화성능 확보

제 4 장

초고층 건축물의 화재안전시스템 강화

제1절 초고층 건축물의 소방시설 강화

1. 초고층 건축물의 소방시설 설치에 관한 현행 소방법상의 문제점

○ 초고층 주거시설과 주상복합건물 등 초고층 건축물은 특정소방대상물⁷⁴⁾ 포함되나, 소방시설에는 일반 고층 건축물의 소방시설 설치 관련 법 규정⁷⁵⁾이 적용되고 있음.

－ 화재발생 시, 인명안전에 결정적 역할을 하는 설계요소인 배연창과 배연 설비 등 제연관련 규정은 공학적 분석과 성능평가를 통하여 제도적 보완이 필요하며, 미국의 예와 같이 별도의 용도로 분리하여 관련 규정을 마련할 필요가 있음⁷⁶⁾.

• 초고층 건축물의 건설이 폭발적으로 증가하는 국내 상황에서 최소한의 화재안전을 확보하기 위한 현행 관련 법 규정은 초고층 건축물과 같은 특수하고 예외적인 용도에 대하여 적용하기에 한계가 있음.

74) 『소방시설설치유지및안전관리에관한법률』 시행령 제5조 관련 <별표 2> (부록 8)

75) 『소방시설설치유지및안전관리에관한법률』 시행령 제15조(특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설등)에 관련한 <별표 4> (부록 9)

76) “초고층 건물의 화재안전”, 김운형, 2003.9., “초고층 건물의 방재 안전 현황과 대책”, 백민호, 2008.6.

- 미국에서 고층 아파트의 화재 발생 비율은 스프링클러 설치, 경보감지 설비의 발전, 구조재의 내화성능 확보 의무화 등 관련 법규 강화 등으로 점차 낮아지고 있으나, 국내의 경우에는 고층 건물의 화재위험성에 대응하여 적용할 수 있는 관련 규정의 미비로 많은 문제점을 내포하고 있음.

2. 초고층 건축물의 주요 소방시설 강화

1) 소방시설 등 소방안전시스템 설계의 기본 목표

○ 초고층 건축물의 소방안전시스템 설계 기본 목표⁷⁷⁾

– 50층 이상 초고층 건축물에 대한 소방안전시스템은 화재발생 시 재실자의 최대 안전을 확보할 수 있도록 설계함. 특히, 능동적 소방안전시스템은 적극적으로 화재에 대응하는 대다수의 소방시설⁷⁸⁾들을 의미하고, 수동적 안전시스템은 방화구획⁷⁹⁾ 등 건축물 그 자체의 안전대책을 말하며, 이 시스템들이 서로 유기적으로 활용할 수 있도록 계획·설계되어야 함⁸⁰⁾(<표 4-1>).

77) “페트로나스트윈타워(Petronas Twin Towers)의 화재관리 및 안전시스템”, Hashimah Hashim, 2000.11.(부록 10)

78) 『소방시설설치유지및안전관리에관한법률』 시행령 제3조(소방시설) 관련 <별표 1>
 – 1. 소화설비 : 가. 소화기구, 나. 옥내소화전설비, 다. 스프링클러설비 등, 라. 물분무소화설비 등, 마. 옥외소화전설비
 2. 경보설비 : 가. 비상경보설비, 나. 단독경보형감지기, 다. 비상방송설비, 라. 누전경보기, 마. 자동화재탐지설비, 바. 자동화재속보설비, 사. 가스누설경보기, 아. 통합감시시설
 3. 피난설비 : 가. 미끄럼대·피난사다리·구조대·완강기 등(피난기구), 나. 인명구조기구(방열복 등), 다. 피난유도선, 유도등 및 유도표지, 라. 비상조명등 및 휴대용비상조명등
 4. 소화용수설비 : 가. 상수도소화용수설비, 나. 소화수조·저수조 등
 5. 소화활동설비 : 가. 제연설비, 나. 연결송수관설비, 다. 연결살수설비, 라. 비상콘센트설비, 마. 무선통신보조설비, 바. 연소방지설비

79) 「건축법」 제46조(방화구획의설치) 및 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」 제14조(방화구획의설치기준)

- 화재로부터 건물 입주자의 위협과 자산피해 및 다운타임⁸¹⁾의 최소화
- 내부 소방안전을 기준으로 프로젝트의 소방안전 목표 달성
- 비상사태 발생 시 운용되는 빌딩안전시스템의 기능을 최대화하기 위한 통합시스템의 신뢰도 확보
- 폭력사태나 자연재해로 인한 피해가능성 최소화 및 리더던시⁸²⁾ 기능을 적용함으로써 프로젝트의 소방안전목표 달성
- 관리의 복잡성을 줄이고 건물운영에 드는 노력을 덜기 위해 간단하고 합리적인 운영방법 도입
- 건축물 내부로 소방대원의 효율적인 접근과 임무수행을 위한 시설 확보

〈표 4-1〉 「건축법」상 방화구획의 면적 제한

구분	10층 이하 층	11층 이상 층	
		벽체와 마감재 불연재 이음	벽체와 마감재 불연재
스프링클러 등 자동식 소화기 없음	1,000㎡ 이내	200㎡ 이내	500㎡ 이내
스프링클러 등 자동식 소화기 설치	3,000㎡ 이내	600㎡ 이내	1,500㎡ 이내

참고 : “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.
 - 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제14조

—위와 같은 초고층 건축물의 소방안전시스템 기본 목표를 달성하기 위해서는 <제3장>에서 분석된 중간 대피층(피난안전구역)과 피난시설(특별 피난계단, 옥상광장 등)의 확보, 엘리베이터를 이용한 피난계획과 더불어, 특히 소방시설⁸³⁾들에 대한 기능 강화가 필요하다.

80) “대규모 건축물의 방재계획과 소방시설”, 박승민, 2005.8.

81) 다운타임(Down Time) : 컴퓨터나 기계가 고장나서 쓸 수 없는 시간, 혹은 몸이 아프거나 마음의 고민이 있어서 정상 생활을 못하고 방황하는 시간

82) 리더던시(Redundancy) : 어떤 시스템의 신뢰도를 개선하기 위해 두 개의 동일한 요소를 사용하는 것, 혹은 어떤 기계장치가 고장날 경우에 대비하여 동일한 기계장치를 두 개 이상 부착하거나 사용하는 것

- 옥내소화전설비, 자동스프링클러, 제연설비, 소방대원의 통신시스템, 소방대원용 엘리베이터, 비상발전기, 비상탈출 및 탈출보호설비, 화재 봉쇄기능, 소방명령체계 및 통제센터 등

〈표 4-2〉 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」상 고층 건축물에 필요한 주요 소방시설

소방시설의 종류		설치 대상
대분류	소분류	
소화설비	옥내소화전설비	•층수가 4층 이상인 층 중 바닥면적이 600㎡ 이상인 층이 있는 것은 전 층
	스프링클러설비	•층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 전 층
경보설비	비상방송설비	•지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 것
	자동화재탐지설비	•연면적 600㎡ 이상 복합건축물 등(근린생활시설 등)
피난설비	인명구조기구	•지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 관광호텔 및 5층 이상인 병원
	피난유도등·통로 유도등 및 유도표시	•특정소방대상물(지하구 및 지하가 중 터널을 제외함)
	비상조명등	•지하층을 포함하는 층수가 5층 이상인 건축물로서 연면적 3천㎡ 이상인 것
소화활동설비	제연설비	•특정소방대상물(갯복도형 아파트 제외)에 부설된 특별피난계단 또는 비상용 승강기의 승강장
	연결송수관설비	•지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 것
	비상콘센트설비	•지하층을 포함하는 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 11층 이상의 층
	무선통신보조설비	•지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천㎡ 이상인 것 •지하층의 바닥면적의 합계가 3천제곱미터 이상인 것 또는 지하층의 층수가 3개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천㎡ 이상인 것은 지하층의 전 층

참고 : 「초고층 건물의 방재설비」, 김영돈, 2007.1.(원본의 일부 내용을 추가하여 재작성하였음)
 - 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 시행령 제15조 관련 <별표 4> 참조

83) 「소방시설설치유지및안전관리에관한법률」 시행령 제15조 관련 <별표 4> (부록 9)

2) 초고층 건축물의 주요 소방시설 강화방안

(1) 옥내소화전설비(NFSC⁸⁴⁾ 102)⁸⁵⁾ : 소화설비

○수원량

－현황(NFSC 102 제4조)

- 옥내소화전설비 수원의 저수량은 옥내소화전이 가장 많은 층의 설치 개수에 옥내소화전의 법적 방수량 130 ℓ/min를 20분간 사용하기 위하여 2.6m³를 공급한 양 이상이 되도록 하여야 함⁸⁶⁾.

•수원량

$$\begin{aligned} - Q(\text{m}^3) &= 130 \text{ ℓ/min} \times 20\text{min} \times N = 2,600 \text{ ℓ} \times N \\ &= 2.6\text{m}^3 \times N(\text{1개층에 가장 많이 설치된 소화전 개수}) \end{aligned}$$

－강화방안

- 수원은 급수시간이 최소 1시간 이상 소화설비를 가동할 수 있는 양으로 설계되어야 하며, 빌딩 내 인원이 모두 피난완료하고 완전한 화재 진압을 위한 급수량이어야 함.
- NFSC의 20분 기준은 공공 소방력이 출동하여 화재를 진압한다는 전제를 하고 있음. 그러나, 초고층 건축물은 외부의 공공 소방력이나 장비에 의한 화재진압 및 인명구조 활동에 많은 제약이 있으므로, 화재발생 시 우선 빌딩 내부에서 자체적으로 화재를 진압할 수 있는 시스템이 구축되어야 함.

84) NFSC(국가화재안전기준) : National Fire Safety Codes

85) 옥내소화전설비는 수원, 가압송수장치, 옥내소화전함(호스, 노즐) 등으로 구성됨.

86) NFSC 102 제4조제1항, 제5조 제1항제3호 및 제4항제1호,
<http://blog.naver.com/lgs5976/70021556100>

〈표 4-3〉 수원량의 설계 사례(잠실 L빌딩 설계 : 수원량을 1시간으로 설계함.)

•수원량⁸⁷⁾
 $- Q(m^3) = 130 \text{ l/min} \times 60\text{min} \times N = 7,800 \text{ l} \times N$
 $= 7.8m^3 \times N(1\text{개 층에 가장 많이 설치된 소화전 개수})$

○가압송수장치

－현황(NFSC 102 제5조제1항제3호)

- 소방대상물의 어느 층에 있어서도 당해 층의 옥내소화전을 동시에 사용할 경우 각 소화전의 노즐선단에서의 방수압력이 0.17MPa(호스릴옥내소화전설비를 포함) 이상이고, 방수량이 130 l/min(호스릴옥내소화전설비를 포함) 이상이 되어야 함. 다만, 하나의 옥내소화전을 사용하는 노즐선단에서의 방수압력이 0.7MPa를 초과할 경우에는 호스접결구의 인입 측에 감압장치를 설치하여야 함.

〈표 4-4〉 옥내소화전설비, 스프링클러의 가압송수장치

구분	소화전 (NFSC 제5조제1항제3호)				스프링클러 (NFSC 제5조제1항제9호)	
	옥내소화전		연결송수관		설비사용압력 (kgf/cm ²)	헤드방수압 (kgf/cm ²)
	호스 접결구 정압 (kgf/cm ²)	호스 방수압 (kgf/cm ²)	호스 접결구 정압 (kgf/cm ²)	호스 방수압 (kgf/cm ²)		
국내기준 (NFSC)	없음	1.7~7.0	없음	3.5 이상	없음	1.0~12.0
NFPA 13, 14	12 이하	4.6~7.0	12 이하	7.0~12.0	12 초과 시, 내압 저재 및 기기 요구	제한적으로 12 이하

참고 : “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.

주1 : kgf/cm² = MPa × 10

－상기 인용 논문에서 압력단위를 kgf/cm²로 사용하였음(SI 국제표준규격은 MPa임).

－강화방안

- 옥내소화전, 스프링클러에 물을 공급하기 위한 가압송수장치는 전동기 또는 내연기관에 따른 펌프를 이용하는 방식과 고가수조의 자연낙차를 이용하는 방식을 사용함. 펌프를 사용하는 방식은 상향으로 물을

87) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

공급하고, 고가수조를 이용하는 방식은 하향으로 물을 공급함. 두 방식 모두 밑으로 내려올수록 배관이나 기기에 큰 압력이 작용하므로, 옥내소화전이나 스프링클러에 대한 최대압력을 초과하지 않도록 적절한 조닝(zoning)⁸⁸⁾이나 감압밸브를 사용함⁸⁹⁾.

〈표 4-5〉 가압송수장치인 펌프와 고가수조 방식 비교

구분	장점	단점
펌프 이용	<ul style="list-style-type: none"> 소화설비의 시스템 구성이 간편하고 단순함 소화설비 시스템의 유지관리가 편리 	<ul style="list-style-type: none"> 내연기관 이용 시 연료 저장 및 공급계통, 전동기 이용 시 전력공급계통 및 비상전 원장치가 필요 소화펌프 설치공간 필요
고가수조의 자연낙차 이용	<ul style="list-style-type: none"> 소화시스템의 기능이 확실하고 단순하여 신뢰성이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 건축구조상 고가수조 설치에 따른 구조 계획이 필요 고가수조 설치를 위한 공간 필요

참고 : “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.

〈표 4-6〉 송수압을 제한하기 위한 조닝과 감압밸브 사용방식

구분	장점	단점
높이별 조닝	<ul style="list-style-type: none"> 감압밸브 등 시설이 불필요 압력배관 사용범위 축소 가능 부분적인 유지관리에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> 펌프 혹은 수조 분할설치에 따른 추가 공간 필요 소화시스템 구성비용이 감압밸브를 이용한 방식에 비해 고가 감시 및 제어에 필요한 기기가 커짐
감압밸브 이용	<ul style="list-style-type: none"> 가압송수장치를 1개소에 단일시스템으로 구성 가능 높이별 조닝방식에 비해 소화시스템의 설치비가 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 송수배관계통을 단일계통으로 하는 것이므로 하부의 배관이나 기기일수록 높은 압력이 걸림 감압밸브가 고장날 경우 2차측 배관/기기고장/파손 우려

참고 : “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.

- 잠실 L빌딩 가압송수장치 설계사례⁹⁰⁾
 - 소화설비에는 가장 신뢰성 높은 자연낙차방식을 우선 적용하였으

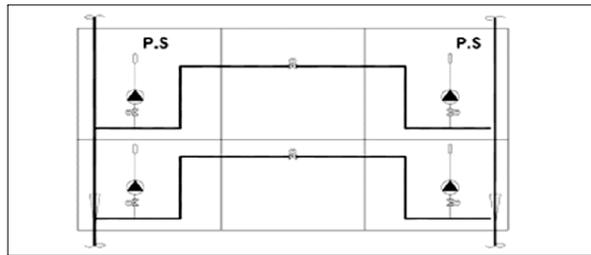
88) 조닝(zoning)은 펌프나 고가수조를 송수높이에 따라 분할·설치하는 것이며, 펌프방식의 경우에는 설치 높이가 반드시 분리되어야 하는 것은 아님.

89) “초고층 건물의 방재설비”, 김영돈, 2007.1.

90) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

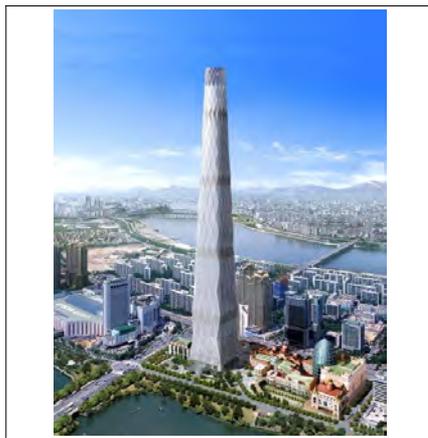
며, 자연낙차압력이 형성되지 않는 최고층부는 펌프가압방식을 사용함.

- 수직입상관은 사고발생이나 보수 시 방호의 중단이 없도록 Fail safe⁹¹⁾ 개념을 도입하여 이중입상관으로 설치하였고, 입상관 사이는 루프로 연결하여 어느 입상관에서든지 급수할 수 있도록 배관을 구성하였음.



참고 : “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

〈그림 4-1〉 수계 소화설비 배관의 이중화 및 루프화



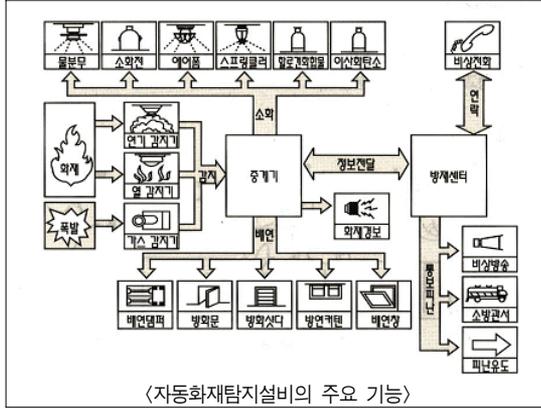
〈그림 4-2〉 잠실 L빌딩 1차 설계 변경안

91) Fail safe : 체계의 일부에 고장이나 잘못된 조작이 있어도 안전장치가 반드시 작동하여 사고를 방지하도록 되어 있는 기구

(2) 자동화재탐지설비(NFSC 203) : 경보설비

• 자동화재탐지설비

- 화재발생 시 초기단계에서 발생하는 열 또는 연기를 자동적으로 검출하여 건물 내의 관계자에게 발화장소를 표시해주는 동시에 경보를 발하는 설비
- 열 또는 연기를 감지하는 감지기, 발화장소를 명시하는 수신기, 발신기, 음향장치, 배선, 전원으로 구성

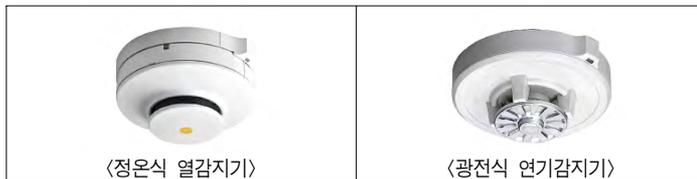


참고 : <http://blog.naver.com/oskar9/50007339278>

○ 화재감지기

- 초고층 건축물에서는 화재감지기의 신뢰도가 매우 중요하므로 아날로그 주소형 감지기를 설치하여 화재 발생위치를 정확하게 파악할 수 있도록 함(예 : 잠실 L빌딩).

- CCTV에 의해 화재사실을 재확인하는 등의 조치가 필요하며, 입상 간선도 두 개의 별도 샤프트로 배선하여 신뢰성을 향상시킴.



참고 : “대규모 건축물의 방재계획과 소방시설”, 박승민, 2005.8.

〈그림 4-3〉 화재감지기(열 및 연기 감지기) 사례

〈표 4-7〉 초고층 건축물의 비화재보 대책

- 비화재보 대책(감지기가 화재 이외의 자극으로 비화재보가 발생하는 경우)⁹²⁾
 - 방수형과 내산성, 내알카리형 감지기 등의 설치를 통하여, 연기를 감지해도 바로 작동하지 않고 20~30초간 연기감지가 계속됐을 때 작동하도록 함.
 - 또한, 아날로그 감지기, 다신호 감지기 등과 이들 신호를 논리적으로 판단하는 방식이 필요함.
 - 설치장소의 상황에 따라 비화재보가 발생하지 않도록 하는 적합한 감지기의 선택기준이 요구됨.

- 제주 ○○프로젝트(62층)의 자동화재감지기 설계 사례(2009.4)⁹³⁾

- 호텔은 화재발생장소를 정확히 알 수 있도록 아날로그 어드레스블 감지기를 설치하였으며, 공동주택은 세대별로 회로를 구성하여 화재지점에 대한 감지능력을 확대함.
- 시뮬레이션 분석결과를 보완하기 위해 침실부분에 연기식 감지기를 설치하고 화재를 조기에 감지하여 재실자의 피난시간을 확보할 수 있도록 설계함.



〈그림 4-4〉 제주 ○○프로젝트의 초고층 건축물(호텔과 아파트)

92) “대규모 건축물의 방재계획과 소방시설”, 박승민, 2005.8.

93) “초고층 건축물 성능위주 소방시설 설계사례”, 채창훈, 2009.12.9.

- 제주도 ○○프로젝트는 62층의 초고층 건축물 건축설계 프로젝트이며, 호텔과 아파트로 구성된 2개의 쌍둥이 타워입(2009년 4월 건축허가 완료 및 실시설계 중).

○수신기

–수신기 사이는 Network로 구성하여 어느 수신기에서도 감시 및 제어가 가능하며, 간선이 단선되는 사고가 발생하여도 그 구간을 제외한 나머지는 정상작동할 수 있도록 함⁹⁴⁾.

- 제주 ○○프로젝트의 수신기 설계사례(2009.4)⁹⁵⁾
 - 원활한 소방시스템 제어를 위하여 동별로 수신기를 설치하고 수신기간에 네트워크를 구성하여 시스템 관리의 신뢰성을 증대하였으며, 타워부에는 중계반을 설치하여 로컬 기기에 대한 전압강하를 방지하고 수신기까지의 간선수를 감소시킴.

(3) 제연설비(NFSC 501) : 소화활동설비

〈표 4-8〉 건축물의 제연설비 관련 법령

구분	설치 내용	관련 법령
•6층 이상 건축물의 거실에 설치하는 배연설비	•건축물에 방화구획이 설치된 경우에는 그 구획마다 1개소 이상의 배연창을 설치 –배연창의 유효면적은 당해 건축물 바닥면적의 100분의 1이상일 것.	•「건축법」 시행령 제51조제2항 •「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제14조(배연설비) 제1항 제1호 및 제2호 –NFSC 501(제연설비의 화재안전기준)
•특별계단 부속실 및 비상용승강기 승강장의 제연설비	•공기유입방식을 급기압입방식 또는 급·배기방식의 제연설비 설치 –대상 : 11층(공동주택의 경우에는 16층) 이상인 건축물(「건축법」 시행령 제35조제2항)	•「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제9조(피난계단 및 특별피난계단의 구조) 제2항제3호기목 •「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 제14조(배연설비) 제2항제7호 •NFSC 501A(특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준)
•무대부, 지하층 및 무창층에 설치하는 제연설비	•제연방식(NFSC 501 제5조) –제연구역에 대하여는 화재 시 연기배출과 동시에 공기유입이 될 수 있게 하고, 배출구역이 거실일 경우에는 통로에 동시에 공기가 유입되도록 하여야 함.	•「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항 및 동법률시행령 제15조(별표4) –NFSC 501(제연설비의 화재안전기준)

94) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

95) “초고층 건축물 성능위주 소방시설 설계사례”, 채창훈, 2009.12.9.

① 배연창을 대신한 제연설비

○ 현황 및 문제점

－ 현황

- 「건축법」⁹⁶⁾상 6층 이상의 건축물로서 문화 및 집회시설, 숙박시설, 업무시설, 위락시설, 관광휴게시설 등의 거실에는 바닥면적의 1/100(1%) 이상의 유효면적을 가진 배연창(배연구)⁹⁷⁾을 설치하거나 기계식 배연설비를 소방법규의 기술기준⁹⁸⁾에 맞추어 설치하도록 규정하고 있음.

〈표 4-9〉 건축물 층수에 따른 제연시스템 설치내용

구분		적용 시스템
지하층		기계식 배연
지상 저층	무창층	기계식 배연
	유창층	배연창
지상 고층		배연창 또는 기계설비
특별피난계단 부속실		급기압방식
비상용승강기 승강장		급기압방식

참고 : “초고층 건축물 제연 시스템 개발”, 유홍선·이성혁·김남일, 2009.11.

－ 문제점

- 초고층 빌딩에서는 바람의 영향이 매우 크므로 화재발생 시, 배연창이 개방되면 강력한 연돌현상(굴뚝효과)이 발생하여 연기를 신속하게 이동시키는 역할을 함.

96) 「건축법」 시행령 제51조(거실의 채광 등) 제2항

－법 제49조제2항에 따라 6층 이상인 건축물로서 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설, 교육연구시설 중 연구소, 노유자시설 중 아동 관련 시설·노인복지시설, 수련시설 중 유스호스텔, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 관광휴게시설, 제2종 근린생활시설 중 고시원 및 장례식장의 거실에는 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 배연설비(排煙設備)를 하여야 한다. 다만, 피난층인 경우에는 그러하지 아니하다.

97) 「건축물의설비기준등에관한규칙」 제14조(배연설비) 제1항 제1호 및 제2호

98) NFSC 501(제연설비의 화재안전기준)

- 또한, 고층으로 갈수록 풍압으로 인해 배연창의 개폐가 어려우며, 태풍이나 돌풍 등으로 인하여 배연창이 탈락할 위험도 있음.



〈그림 4-5〉 초고층 건축물 배연창 사례

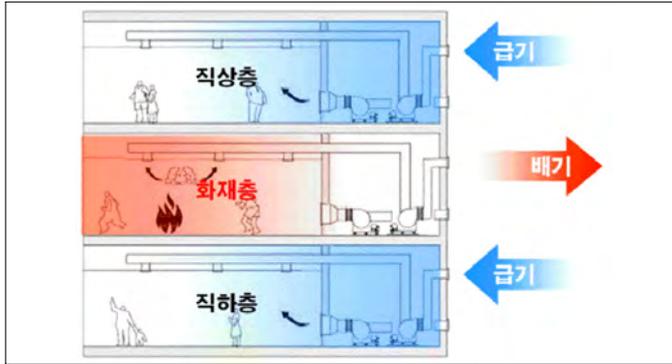
○강화방안

－초고층 건축물의 배연창은 기계식 배연설비를 설치하여야 함.

- 그러나, 기계식 배연설비는 소방법규상의 제연설비 기준을 따르도록 하고 있으며, 초고층 부분에 대해서는 너무 강한 규정 때문에 층고를 많이 높여야 하는 등의 심각한 문제가 발생할 수 있으므로, 잠실 L빌딩과 같은 샌드위치 가압방식의 설비가 필요함⁹⁹⁾.
- 잠실 L빌딩의 샌드위치 가압방식의 사례
 - 이 빌딩에서는 미국 및 영국의 방식¹⁰⁰⁾과 같이 화재층은 배기, 상·하층은 급기하는 샌드위치 가압방식을 채택하였으며, 이 가압방식은 두바이 부르즈칼리파 빌딩(162층)에도 적용되었음.

99) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

100) 미국 및 영국의 경우에는 우리나라와 다른 규정을 적용하고 있음. 즉, 화재층에서는 배기를 하여 부압을 형성하게 하고, 화재 층의 상·하층에서는 급기를 하여 양압을 형성하도록 하여 연기가 침입하지 못하게 하고 있음.



“복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

〈그림 4-6〉 샌드위치 가압방식의 예

② 특별피난계단용 제연설비

○ 현황 및 문제점

－현황

- 「건축법」에서는 11층 이상의 건축물은 특별피난계단 구조¹⁰¹⁾로 하도록 규정하고 있으며, 「소방법」에서는 계단이 특별피난계단 구조인 경우 급기가압방식¹⁰²⁾의 제연설비를 설치하도록 규정함.
- 특별피난계단의 부속실에 설치하는 급기가압방식의 제연설비는 어느 층에서 화재가 발생해도 전 층의 부속실을 동시에 가압하도록 하고 있음. 이는 건물의 어느 한 층에서 화재가 발생한 경우 20층마다 하나의 문만 개방된다는 전제하에 풍량과 풍압을 정하고 있으며, 부속실과 거실 사이에는 40Pa(옥내에 스프링클러설비

101) 「건축법」 시행령 제35조제2항제7조

102) 급기가압방식 : 급기가압이란 가압하고자 하는 공간에 공기를 공급하여 그 공간의 기압이 다른 공간의 기압보다 높게 함으로써 이른바 차압(pressure differential)을 형성하게 하는 것을 말함.

－「건축물의설비기준등에관한규칙」 제14조(배연설비) 제2항제7호

· ② 특별피난계단 및 영 제90조제3항의 규정에 의한 비상용승강기의 승강장에 설치하는 배연설비의 구조는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

7. 공기유입방식을 급기가압방식 또는 급·배기방식으로 하는 경우에는 제1호 내지 제6호의 규정에 불구하고 소방관계법령의 규정에 적합하게 할 것

가 설치된 경우에는 12.5Pa) 이상의 압력차를 유지하도록 규정¹⁰³⁾하고 있음.

－문제점

- 그러나 화재발생 시 20개 층마다 1개 층의 문만 개방된다는 것은 다소 무리가 있는 규정이며, 만약 거실과 부속실 사이의 문 및 부속실과 계단실 사이의 문이 동시에 개방된다면 압력차 유지가 어려울 것임¹⁰⁴⁾.



참고 : blog.daum.net/jc1960

“초고층 건축물 제연 시스템 개발”, 유홍선·이성혁·김남일, 2009.11.

〈그림 4-7〉 급기뎀퍼 사례

○강화방안

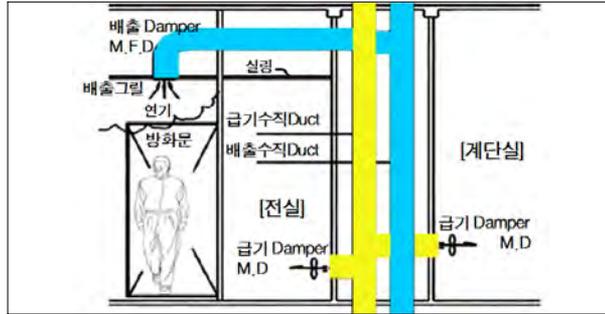
- －미국의 NFPA(National Fire Protection Association) Code¹⁰⁵⁾에 따르면, 스프링클러가 설치된 경우에는 어느 정도의 안전이 보장되기 때문에 차압 유지기준이 12.5Pa로 완화되며, 어느 한 층에서의 화재발생 시에도 전 층의 급기뎀퍼를 동시에 개방하지는 않음.
- 따라서, 화재발생 시 100개 층의 급기뎀퍼를 동시에 개방한다는 것은 문제가 있다는 판단하에 구간별로 급기하는 방안을 도입함. 또한, 신뢰성 향상을 위하여 계단실과 전실의 동시 가압방식을 적용함¹⁰⁶⁾.

103) NFSC 501A(특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준) 제6조제1항

104) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

105) NFPA 101 Life Safety Code

106) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.



참고 : "복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례", 황현수, 2009.12.9.

(그림 4-8) 계단실 및 부속실 동시 가압방식(제연설비)

(4) 무선통신보조설비(NFSC 505) : 소화활동설비

○현황 및 문제점

－현황

- 소방법107)에서는 일정규모 이상의 지하층에는 소방대원들 간의 원활한 무선통신을 보조하기 위하여 무선통신보조설비를 설치할 것을 규정하고 있음.

－문제점

- 소방대원용 무전기의 통신은 지상부분으로부터 약 30층 이상이 되면 창가에서는 가능하나 코어부분에서는 어려움108).

○강화방안

- －소방법규상 지하층에만 설치 대상으로 규정되어 있는 무선통신보조설비를 30층 이상의 모든 부분에 확대 설치함.

107) 『소방시설설치유지및안전관리에관한법률』 제9조제1항 및 동법률시행령 제15조 <별표4>－NFSC 505(무선통신보조설비의 화재안전기준)

108) 실제로 미국의 World Trade Center 사고 시 많은 소방대원이 사망하게 된 원인 중의 하나가 건물의 붕괴 징후를 지휘 통제소에서 건물 내 소방대원들에게 무선으로 알렸으나 이를 듣지 못했기 때문이라는 보고서가 나온 바 있음.

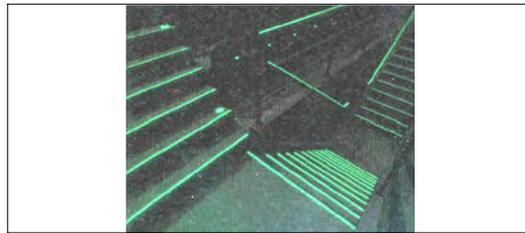
(5) 피난유도선의 추가 설치 : 피난설비

○현황

- 초고층 건축물의 각 층에는 NFSC(국가화재안전기준) 303(유도등 및 유도표지의 화재안전기준)에서 규정하고 있는 피난구 유도등, 복도통로유도등, 피난구유도등, 계단통로유도등을 설치함.

○강화방안

- 화재발생 시 재실자의 신속한 피난을 위하여 계단, 주요피난통로, 복도 등의 바닥면에 피난유도선을 추가로 설치함.



참고 : "복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례", 황현수, 2009.12.9.

〈그림 4-9〉 축광식 유도표지 설치 예

3. 엘리베이터를 이용한 피난대책 수립

○현황

- 현재 국내에서는 화재발생 시 피난용으로 엘리베이터의 사용이 금지되어 있으며, 일반적으로 건물 피난계획은 계단만을 사용하는 것을 기초로 하고 있음¹⁰⁹⁾.

109) 「건축법」 제64조(승강기)제2항, 동법 시행령 제90조(비상용 승강기)제1항
- 법 제64조제2항에 따라 높이 31미터를 넘는 건축물에는 다음 각 호의 기준에 따른 대수 이상의 비상용 승강기를 설치하여야 한다.
『승강기시설안전관리법시행규칙』 제2조제1항 <별표 1>
- 승강기의 종류

- 화재발생 시, 승객용 엘리베이터는 대부분 1층으로 이동되어 문이 열린 상태로 정지되며, 비상용 엘리베이터는 소방대원이 장비를 상부 층으로 옮기거나 장애인을 피난시키기 위한 목적으로만 이용할 수 있음.

○ 엘리베이터를 이용한 피난대책¹¹⁰⁾

– 초고층 건축물의 경우에는 추가 방호 설계를 적용한 고속 승객용 엘리베이터를 피난에 사용할 수 있도록 조치함¹¹¹⁾.

- 엘리베이터의 추가 방호 설계 시 고려사항(잠실 L빌딩 설계사례)

- ① 열과 화염으로부터의 방호를 위한 엘리베이터 승강장의 방화구획 설정
- ② 연기가 승강장 및 승강로로 침입하지 못하도록 제연설비 설치
- ③ 엘리베이터의 피스톤 효과 등을 방지하기 위한 튼튼한 엘리베이터 문의 사용
- ④ 화재 시, 살수된 물로 인한 피해를 최소화할 수 있는 승강장이나 기계실 구조 및 습기있는 환경에서 사용가능한 엘리베이터 부품의 사용
- ⑤ 승강로 모니터링 시스템 실시

4. 소방대원 전용계단의 설치

○ 화재발생 시, 소방대원들의 신속한 진입과 소화활동을 위하여 일반인들이 사용하지 않는 소방대원 전용계단을 설치함.

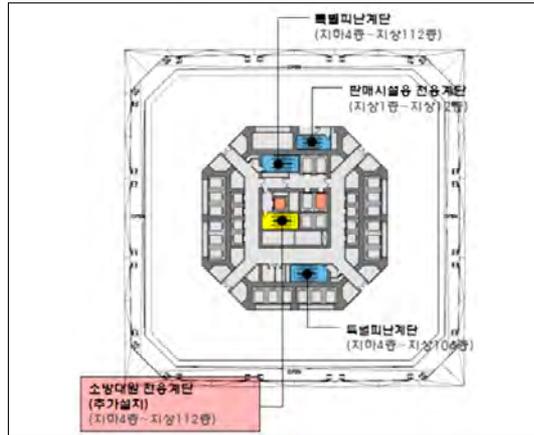
– 피난을 하기 위해 계단을 통해 내려오는 사람들과 소화활동을 하기 위해 올라가는 소방대원들 사이의 동선이 계단실에서 중복되어 혼선이 발생하므로, 신속하고 효과적인 소화활동을 위해서는 소방대원 전용계단의 설치가 필요함.

- 승객용 엘리베이터 : 사람의 운송에 적합하게 제작된 엘리베이터
- 비상용 엘리베이터 : 화재 시 소화 및 구조활동에 적합하게 제작된 엘리베이터

110) “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

111) 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)의 연구 결과, 초고층에서는 엘리베이터의 사용이 피난에 도움이 된다는 결론을 내리고, IBS(International Building Code) 2009년 판에 초고층 건축물의 경우 승객용 엘리베이터를 피난에 사용할 수 있도록 규정하고 있음.

- 소방대원들이 화재층으로 진입하기 위해서는 비상용 엘리베이터를 이용해 화재층보다 아래의 층에서 내려서 화재층까지 걸어 올라가는 것을 원칙으로 하고 있음.



참고 : “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9.

〈그림 4-10〉 소방대원 전용계단의 설치 사례

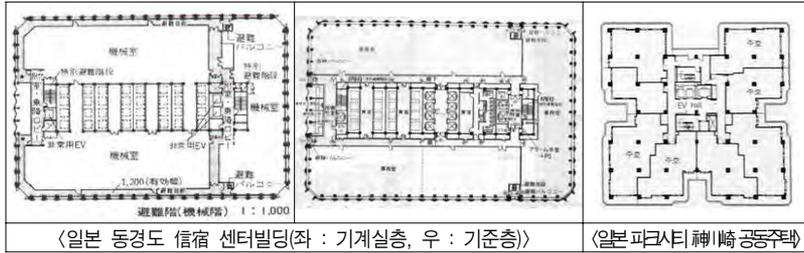
5. 피난복도 및 피난발코니 설치¹¹²⁾

- 특별피난계단 이외에 각 층의 네 귀퉁이에 피난발코니 및 피난계단을 설치하여 2방향 피난원칙을 적극적으로 유도함.

—일본 사례

- 일본 도쿄도 信宿 센터빌딩(55층의 업무용 건축물)은 14층, 27층, 47층에 각각 기계층을 설치하고, 그 주변에 피난회랑(복도)을 두고 있음.
- 일본 파크시티 神川崎 고층 공동주택(30층)은 외주부에 칸막이벽이 없는 발코니를 두고 있음. 이를 통해 안전한 2방향피난이 가능하게 되며, 상층부으로의 연소확대 방지에도 효과를 기대할 수 있음.

112) “초고층 건물의 화재시 방재·피난계획”, 손봉세·이용재, 2004.5.



참고 : “초고층 건물의 화재 시 방재·피난계획”, 손봉세·이용재 , 2004.5.

〈그림 4-11〉 일본의 피난복도 및 피난발코니 설치 사례

○스카이 브리지(Sky bridge)와 체류공간 설치¹¹³⁾

–초고층 건축물에서 유기적으로 두 건물을 연결하여, 이용의 편리성 증대 이외에 화재발생 시 효과적인 피난기능을 확보함.

- 초고층 건축물에서 화재발생 시, 수많은 재실자들의 피난경로 다양화를 위하여, 스카이 브리지의 적극적 설치를 검토할 필요가 있음.



〈그림 4-12〉 스카이 브리지가 설치된 초고층 건축물 사례

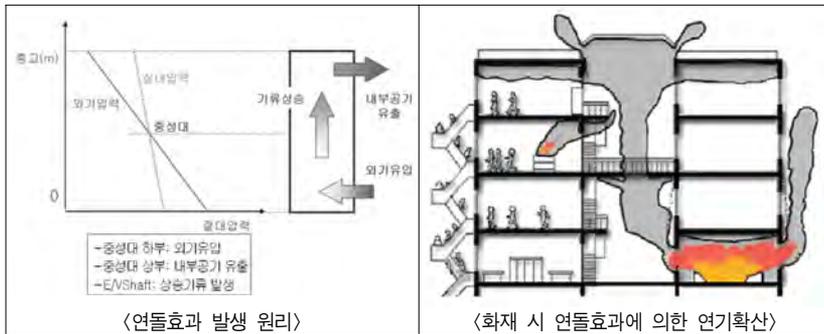
113) “초고층 건물의 화재 시 방재·피난계획”, 손봉세·이용재 , 2004.5.

제2절 연돌효과 대책

1. 연돌효과(Stack Effect) 및 문제점

1) 연돌효과

- 연돌효과는 건축물 내·외부 공기 상태(온·습도, 공기밀도 등) 차이에 따른 압력차로 발생하는 공기 흐름현상으로, 굴뚝에서의 공기 흐름과 유사하여 굴뚝효과(Chimney Effect)라고도 함.
 - 동절기에 심각하고, 하절기에도 발생하나, 실내외 공기밀도차이가 발생하는 모든 건축물에서 나타나는 현상임.



참고 : “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.
 “초고층 건물에서 연돌효과로 인한 문제점과 해결방안”, 여명석·김지혜, 2008.2.

〈그림 4-13〉 연돌효과

2) 연돌효과로 인한 문제점¹¹⁴⁾

- 각종 출입문과 엘리베이터 문의 오작동
 - 연돌효과로 인한 압력차가 엘리베이터 문에 과도하게 작용할 경우, 엘리

114) “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.
 “초고층 건물에서 연돌효과로 인한 문제점과 해결방안”, 여명석·김지혜, 2008.2.
 “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

베이어터 문을 통과하는 많은 양의 기류 흐름으로 인하여 엘리베이터 문이 닫히지 않는 문제가 발생함. 특히, 로비나 최상층의 출입문 또는, 공기의 수직적 이동경로가 되는 계단실의 출입문 등에 많은 압력차가 작용함.

- 외부로 통하는 출입문 개폐의 어려움(로비 출입문, 지하주차장 출입문)
- 코어 부근 실로 통하는 출입문 개폐의 어려움(세대 현관문, 계단실문)
- 엘리베이터 카의 흔들림으로 인한 불안감
- 엘리베이터 문의 오작동(elevator door sticking)

○침기(infiltration)와 누기(exfiltration)에 의한 에너지 손실 및 난방불량
-연돌현상으로 인한 침기 및 누기로 겨울철 건축물의 저층부 온도는 낮아지고, 고층부 온도는 높아져서 에너지 손실이 발생함.

- 로비 공조난방의 어려움
- 누기에 따른 결로의 발생
- 엘리베이터 문 및 각종 출입문에서 소음 발생

○환기 및 배기설비 불량에 의한 실내 공기오염

-연돌효과에 의해 수직통로로 상승하는 기류를 타고 지하 주차장 오염 공기, 화장실 및 저층부 음식점 등에서 발생하는 냄새가 고층부로 유입

- 실내 및 복도 환기 설계 오류(imbalance of ventilation)
- 화장실 및 주방배기의 어려움(flow reversal)

○화재발생 시 급속한 연기확산

-유독성 연기와 화염이 각종 수직개구부인 계단, 엘리베이터, 설비샤프트, 공조덕트 등을 통하여 급속하게 전 층으로 확대

- 제연설비의 어려움
- 방화구획의 파괴

2. 연돌효과 대책

○연돌효과 대책에는 건축물 내로 유입되는 기류와 유입된 기류의 건물 내 유동을 차단함으로써 해결하는 건축적 개선방법과 공조시스템¹¹⁵⁾을 이용

하여 실내를 가압하는 설비적 개선방법이 있음.

〈표 4-10〉 연돌효과 대책

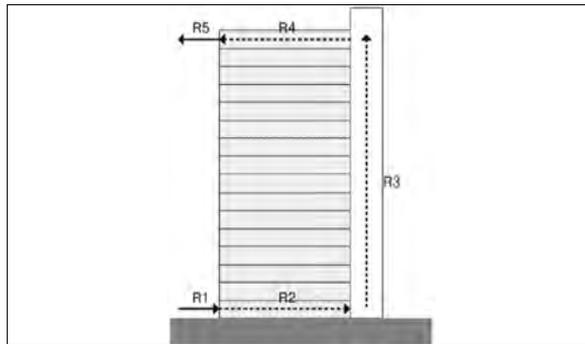
구분	주요 대책		세부 내용	
•건축적 대처방안	•건물 외피 기밀 화를 통한 공기 유입과 유출 차단	•기밀한 외피 설계 •건물 외피의 우 수 시공	•공기 유입부의 공기 유동 제한(R1 ^{주1)})	•출입구를 작게 설계 •출입구에 방풍실 설치 •출입문을 회전문으로 설치 •기타 출입구 sheltering
			•공기 유출부의 공기유동제한(R5)	•건물 상층부에 개구부 설치 지양 •건물 상층부의 외피 기밀화 •건물 상층부의 창호 폐쇄 •건물 상층부 기계실의 기밀화
•설비적 대처방안	•건물의 내부구 획을 통한 공기 유동 억제	•공기 상승부의 공기유동제한	•층별 단위의 공기 유동제한(R2, R4) -벽 등의 내부 구획 기밀화 -전실문, 통로문 설치	•현관 및 로비부분 가압, 방풍실 내 송풍방열기(FCU) 설 치, 현관부분 에어커튼 설치, 밀폐 및 공조시스템 강화, 승강로 간 통풍구(Air Hole) 설치, Shaft 하부에 댐퍼 설 치, 기계실 바닥 통풍구 설치, Shaft 내 공조시스템 채용, 액티브 소음 시스템 채용
			•수직 통로의 공기유동 제한(R3) -엘리베이터, 계단실 수직 샤프트 조닝 -층 간 샤프트 구획의 기밀화	
•설비적 대처방안	•공조시스템의 활용	•엘리베이터 샤프트 냉각 시스템		

참고 : “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.

“고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

“고층건물에서의 연돌효과에 관한 연구”, 조재훈, 2002.7.

주1 : R1, R2, R3, R4, R5(건축물의 공기유동 경로)는 〈그림 4-14〉 참조



참고 : “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 여명석, 2008.3.28.

〈그림 4-14〉 건축물에서의 공기유동 경로

115) 공조(HVAC : Heat Ventilation Air Conditioning) : 가열된 공기를 통풍시키는 일종의 환기 방법

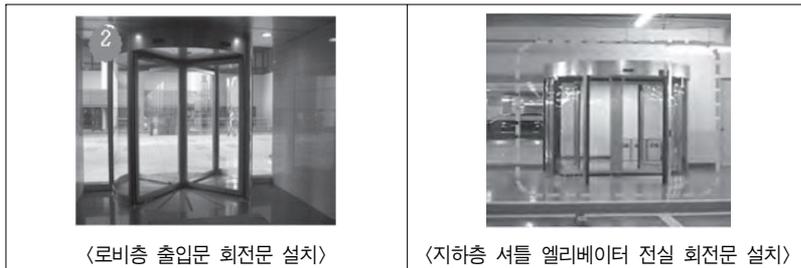
1) 건축 계획적 대책¹¹⁶⁾

(1) 건축물 외피 기밀화를 통한 공기 유입과 유출 차단

○ 건축물 외피를 기밀하게 하여 건축물 내·외부 압력차의 큰 부분을 외피에서 부담하게 함.

— 이는 건축물 내에서의 공기유동을 감소시켜, 건축물 내에서의 연돌효과로 인한 압력차를 완화시킬 수 있음. 특히, 연돌효과로 인한 압력차가 가장 크게 작용하는 건물의 최하층과 최상층의 기밀화¹¹⁷⁾를 높임.

- 로비현관에 회전문을 설치하여 공기유입의 최소화
- 지하 출입구에 방풍실 설치 및 출입문의 이중 설치
- 최상층의 기밀도 취합부위 정밀 시공(옥상 출입문, 상층부 기계실 및 기계실 환기창 등)



참고 : “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

〈그림 4-15〉 건축물 외피 기밀화를 통한 공기 유입과 유출 차단 사례

(2) 건물의 내부구획을 통한 공기유동 억제

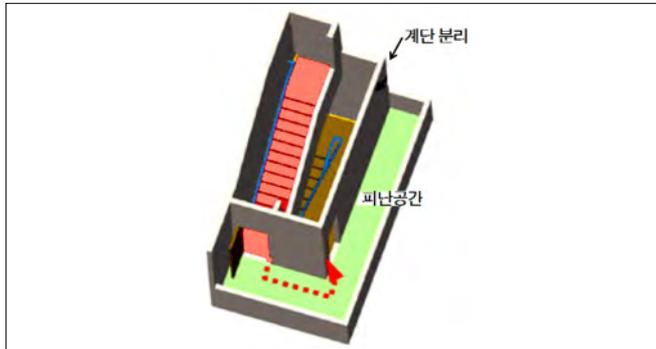
○ 건축물 내부 구획은 <그림 4-14>의 공기유동 경로에서 R3를 차단하기 위한 수직구획과 R2, R4를 차단하기 위한 수평구획으로 구분됨.

116) “초고층 건물에서 연돌효과로 인한 문제점과 해결방안”, 여명석·김지혜, 2008.2.

117) 기밀화 : 건물의 기밀도를 높이는 작업으로, 기밀도(airtightness)는 건물에서 실내·외로 들어 오고 나가는 공기를 막아주는 정도를 말함.

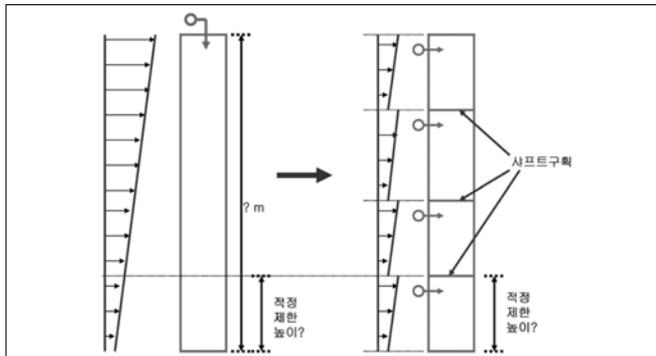
-건축물의 수직구획

- 엘리베이터 샤프트나 계단실은 실내 기류의 주 상승부가 되므로, 하나로 연결된 수직 높이를 줄일 수 있는 조닝 방법을 고려해야 함.
- 공기는 수직 유동 시 주로 엘리베이터 샤프트나 계단실과 같은 수직통로를 통해 이동하나 일부는 기밀화가 취약한 슬래브부위를 통해 이동함.



참고 : “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례”, 황현수, 2009.12.9..

<그림 4-16> 연돌효과 방지를 위한 계단의 분리



참고 : “안전한 피난로 확보를 위한 초고층 건물의 연기제어”, 여용주, 2008.

<그림 4-17> 연기제어의 성공을 위한 계단실의 수직분할 개념

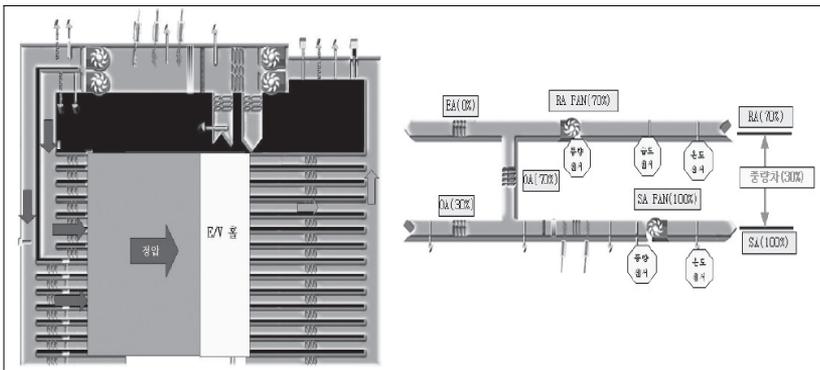
-건축물의 수평구획

- 각 층에서 수평적 공기유동의 저항을 증가시키기 위해서는 복잡한 평면구조를 갖는 것이 유리하며, 전실문과 구획문의 효과적 설치계획을 통하여 압력차 문제를 해결할 수 있음.
- 수평적 구획을 위한 전실문·구획문의 설치가 효과적이기 위해서는 높은 기밀성을 유지할 수 있는 문으로 설치하고, 위·아래 슬래브 및 바닥까지 기밀하게 시공되어야 함.

2) 설비적 대책¹¹⁸⁾

(1) 공조시스템의 활용

- 공조 급배기량을 조정하여 실내를 적정하게 가압, 감압함으로써, 연돌효과로 인한 공기유동을 제한함.
- 이 방법은 건축물의 공조 및 환기시스템과 운용상황에 맞게 조절되어야 하며, 건축물마다 공조특성이 다르기 때문에 적용 전에 실측을 통한 검증은 수반하여야 함. 또한, 급배기 비율 조정을 위해서는 실온제어가 실내공기질 제어에 문제가 되지 않는 범위 내에서 적용되어야 함.



참고 : “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

〈그림 4-18〉 가압공조 적용 사례

118) “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

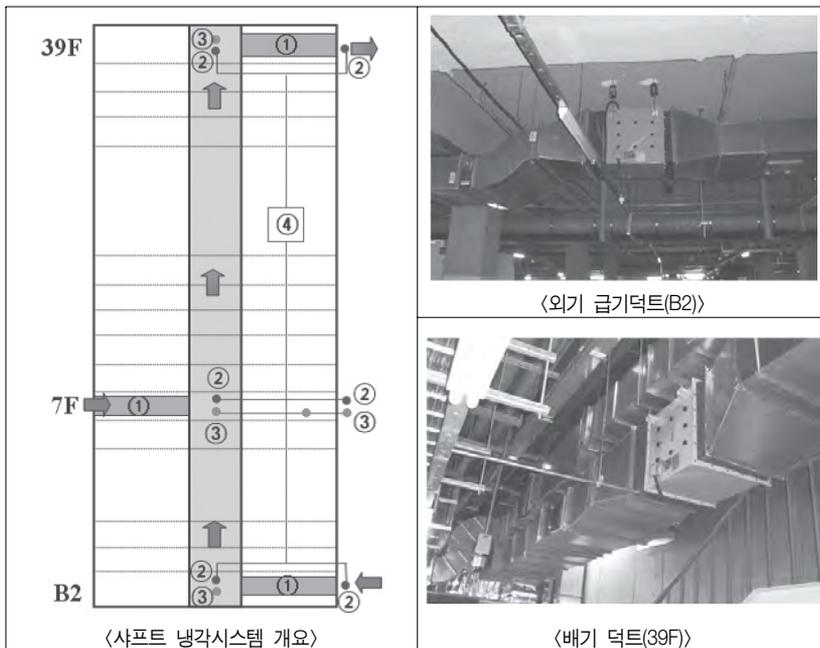
(2) 엘리베이터 샤프트 냉각 시스템

○ 초고층 건축물에서 공기의 주요 이동경로가 되고 있는 샤프트 공간을 적절하게 냉각하여 공기유동을 억제함.

– 샤프트 공간 내 공기온도를 낮추고 공기의 밀도를 높여 연돌효과의 근본적 원인인 실내·외 공기의 온도차, 밀도차를 최소화함으로써, 샤프트 공간의 공기 유입량을 최소화하고 샤프트 공간을 통한 공기유동을 억제하고자 하는 것임.

• 엘리베이터 샤프트 냉각시스템 적용 시 중요한 점

· 샤프트 내 적정량의 외기 도입 및 샤프트 공기의 혼합을 원활하게 하여 상하 온도차를 최소화하고 샤프트 공간의 냉각에 따른 전열손실을 최소화하기 위한 샤프트 내 단열성능을 강화하는 것임.



참고 : “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 송두삼·박동률, 2008.11.

〈그림 4-19〉 엘리베이터 샤프트 냉각시스템 적용 사례

제3절 고강도 콘크리트의 내화성능 확보

1. 폭렬현상(Spalling Failure)

(1) 폭렬현상의 매커니즘

○ 폭렬현상

– 고강도 콘크리트(설계기준강도가 50MPa 이상인 콘크리트¹¹⁹)가 400℃ 이상의 고열을 받게 되면, 부재표면이 심한 폭음과 함께 박리 및 탈락하는 현상

○ 폭렬현상의 매커니즘(Gray R. Consolazio)¹²⁰

– 1단계(<그림 4-20>의 (a))

- 고온의 환경에 노출된 콘크리트 안쪽 공극 속으로 고열이 침투하여, 내부공극 속에 존재하는 물이 수증기화되어 일부는 밖으로 이동하나 대부분은 압력이 낮은 내부로 이동함.

– 2단계(<그림 4-20>의 (b))

- 밖으로 이동한 수증기는 증발되며, 내부로 이동된 수증기는 가열면으로부터 일정한 거리에 쌓이게 됨.

– 3단계(<그림 4-20>의 (c))

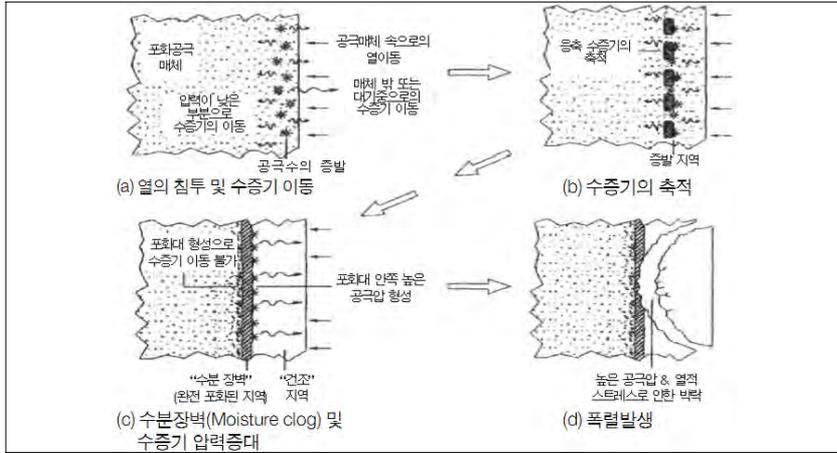
- 시간경과에 따라 연속적으로 쌓인 수증기가 축적층을 형성하며, 내부 및 외부에서 발생된 수증기는 모두 이 부분에서 축적됨.

– 4단계(<그림 4-20>의 (d))

- 수증기 축적층 영역의 압력이 계속적으로 상승하여 콘크리트의 인장력을 상회하면서 부재표면이 박리 및 탈락되는 폭렬현상이 발생함.

119) 「건축법」시행령제2조제7호(내화구조) 및 「건축물의피난·방화구조등의기준에관한규칙」제3조(내화구조) 제3호 및 제5호

120) “고강도 콘크리트의 폭렬 매커니즘과 성능적 구조내화설계(PBD)의 동향”, 권영진·이재영, 2008.6.30.



참고 : “고강도 콘크리트의 폭발 메커니즘과 성능적 구조내화설계(PBD)의 동향”, 권영진·이재영, 2008.6.30.

〈그림 4-20〉 Consolazio의 단계별 폭발발생 메커니즘

(2) 문제점

○ 구조부재의 내력저하로 인한 건축물 붕괴

– 피복 콘크리트의 결손으로 구조체 내부까지 고온이 전달되며, 철근이 노출되어 고온을 받게 되면 철근의 강도가 저하되어 구조부재의 치명적인 내력저하를 일으켜 붕괴를 야기시킴.

- 구조부재의 피복두께 손상, 유효단면적 손실, 철근의 온도상승 등으로 철근콘크리트(RC) 구조체의 내력저하 초래



〈고강도 콘크리트의 기둥 폭발현상〉

참고 : “고강도 콘크리트 구조물(초고층 건축물)의 화재안전기술”, 고정원, 2008.3.31.

〈그림 4-21〉 고강도 콘크리트의 폭발현상

○ 붕괴사례

- 스페인 마드리드의 화재로 인한 Windsor 빌딩 붕괴사고(2005년 2월 13일)
- 이밖의 화재로 인한 건축물 붕괴사고로는 1987년 5월 브라질 상파울루의 CESP 빌딩 및 러시아 페테르스부르크의 아파트 등이 보고됨.



〈그림 4-22〉 스페인 마드리드 Windsor 빌딩의 화재피해(2005년 2월 13일)

2. 고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준(국토해양부 고시 제2008-334호¹²¹⁾)

〈표 4-11〉 국토해양부 “고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준”의 주요 내용

구분	주요 내용
고시내용	•콘크리트 설계기준강도 50MPa 이상부터 폭발방지 공법 의무화 -기둥과 보부재 대상(시험성적서 획득)
시험조건 ^{주1)}	•3시간 비재하가열시험에 의한 주근온도 기준 •3시간 재하가열시험에 의한 구조부재의 최대 수축량 기준성능판정 기준
성능판정 기준 ^{주2)}	•비재하가열시험 -주근온도 평균 538℃, 최고온도 649℃ 이하 •재하가열시험 -축방향 최대 수축량 $C=h/100$ 이하(h : 시험체의 초기 높이(mm)) -축방향 최대 수축률 $dC/dt=3h/1,000$ (mm/min)
적용대상	•기존 건축물 : 불소급 적용 •현재 공사 중인 건축물 : 행정지도 대상에 포함
시행시기	•2008년 7월 21일 고시(국토해양부 고시 제2008-334호)

주1, 주2 : KS F 2257-1(건축 구조 부재의 내화 시험 방법-일반 요구 사항), KS F 2257-7(건축구조부재의 내화시험방법-기둥의 성능조건), KS F 2257-6(건축구조부재의 내화시험방법-보의 성능조건)
-KS F 2257-1,6,7은 ISO/DIS 834-1,6,7을 기초로 작성한 한국산업규격임(1999.11.30).

121) <부록 11> : 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」, 국토해양부 고시 제2008-334호

1) 제정 이유

- 국내 초고층 건축물 건립에 따른 고강도 콘크리트 사용이 증가함에 따라 화재 시 폭발현상 등 내화성능 저하에 대한 대책이 필요하여 설계기준강도 50MPa 이상의 고강도 콘크리트에 대하여 내화성능 관리기준을 마련코자 함.

2) 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」 주요 내용¹²²⁾

- 고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준 마련(제4조)
 - 초고층 건축물 등의 기둥 또는 보에 적용하는 50MPa 이상의 고강도 콘크리트는 주철근의 온도를 내화구조 성능기준(국토해양부고시 제 2010-331호¹²³⁾ 제3조)에서 규정한 시간¹²⁴⁾까지 평균 538℃, 최고 649℃ 이하로 확보하도록 규정함.
- 시험체 제작방법 규정(제5조)
 - 시공업자, 생산자, 감리자 등이 시험체의 제작 및 시험의뢰를 하고 고강도 콘크리트를 사용한 기둥 시험체를 제작하며, 구체적인 시험체 크기, 온도측정위치, 양생기간 등을 규정함.
- 시험방법의 규정(제6조)
 - 고강도 콘크리트의 내화성능 확인을 위한 시험은 KS F 2257-7(건축구조 부재의 내화시험방법 - 기둥의 성능조건(한국산업규격))의 시험방법에 의하되 비재하가열시험으로 수평부재용 가열로를 이용하며 구체적인 시험절차, 시험방법, 시험성적서 등을 규정함¹²⁵⁾.

122) 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」, 국토해양부 홈페이지(<http://www.mltm.go.kr/>, 건축기획과), 2008.7.21.

123) 기존에 인용된 국토해양부 고시 제2005-122호(「내화구조의 인정 및 관리기준」)는 국토해양부고시 제2008-154호로, 그리고 2010년 5월 31일에 국토해양부고시 제2010-331호(내화구조의 인정 및 관리기준)로 개정되었음.

124) 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제8조제3호 관련 <별표 1>에서 정하는 시간(부록 12)
– 주요 내용 : 12층 이상인 경우 기둥과 보의 구조부위는 3시간 이상의 내화성능을 확보

○전문위원회 운영(제7조)

- 시험기관은 콘크리트·재료·구조 등 전문가로 구성된 전문위원회를 운영하여 고강도 콘크리트의 표준내화공법 및 기타 필요한 사항을 심의·자문할 수 있도록 규정함.

○내화성능 관리절차 등의 규정(제8조)

- 공인시험기관의 시험을 받고 시험성적서를 제출한 경우, 설계기준강도 60MPa 이하인 경우, 별도 시험 없이 구조기술사가 내화성능기준에 적합한 구조보강을 확인한 경우, 감리자가 현장의 일치여부를 확인해 내화성능을 인정토록 규정함.

3) 향후 추진과제¹²⁶⁾

○고강도 콘크리트 내화성능 평가기준 온도의 체계적 관리

- 국내에서는 새로운 온도기준을 설정하지 않고 기존의 강구조 내화성능 규정과 동일한 평가기준(평균 538℃, 최고 649℃ 이하)을 채택하고 있으며, 이는 미국의 강구조 내화규정과 유사함¹²⁷⁾.

- 비재하가열 시 온도판정기준은 일본의 경우 지진피해를 고려하여 500℃ 이하로 낮게 정하고 있음. 추후, 우리나라도 이러한 상황을 고려하여 온도기준의 재평가 및 체계적 관리가 필요함¹²⁸⁾.

○60MPa 이하의 콘크리트에 대하여 철저한 내화성능 확인

- 설계기준강도 60MPa 이하인 경우, 시험을 생략하고 구조기술사의 책임

125) “고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준 해설”, 이세현·김대회·최동호, 2008.9.

- 현재 국내에서 본 규정의 시험이 가능한 기관으로 한국건설기술연구원, 방재시험연구원, 한국조선기자재연구원 등이 있음.

126) “고강도 콘크리트의 폭발대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.

127) 미국 ASTM E119-00 : 비재하가열 시, 각 단면에서 측정된 강재의 평균온도

- 평균 < 538℃(1,000°F), 최고 < 649℃(1,200°F)

128) “고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준 해설”, 이세현·김대회·최동호, 2008.9.

하에 고강도 콘크리트를 타설할 수 있으나, 구조보강 내용 및 구조기술사의 평가방법이 구체적이지 않음.

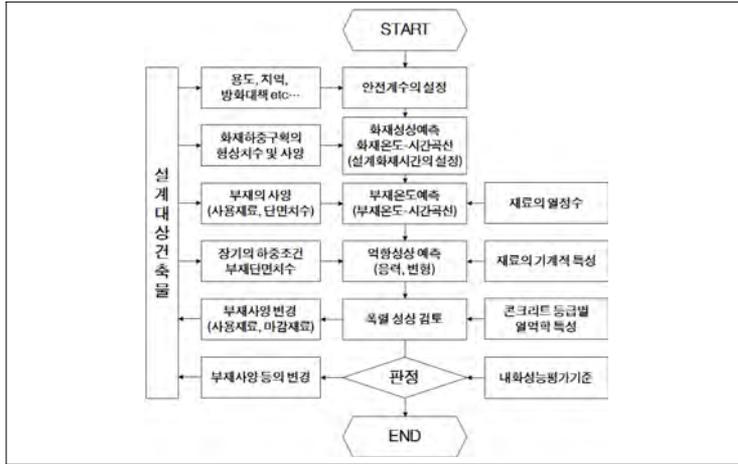
- 따라서, 「고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준」 제4조(내화성능기준)에서 규정한 바와 같이 ① 주철근의 온도가 평균 538℃, 최고 649℃ 이하임을 확인하거나, ② 이와 동등한 내화성능을 갖춘 구조적 보강에 대하여 외국에서의 재하시험성적서나 기타 기술보고서 등을 첨부하여 구조기술사의 책임하에 제4조의 규정과 동등한 수준의 내화성능이 확보됨을 확인할 수 있는 경우, 시험을 생략할 수 있는 규정 등 구체적 확인방법 제시가 필요함¹²⁹⁾.

○ 고강도 콘크리트의 내화성능설계 기법의 규정

– 콘크리트의 내화성능설계를 위해서는 폭렬 대책이 선결되어야 하며, 스프링클러 등과 연계된 체계적인 성능설계의 도입이 요망됨.

- 현재, 「소방시설공사업법」 시행령 제2조의2에서는 연면적 20만㎡ 이상의 특정소방대상물과 건축물 높이 100m 이상인 특정소방대상물(지하층을 포함한 층수가 30층 이상인 특정소방대상물을 포함) 등에 대하여 성능위주설계가 도입되었음.
- 따라서, 폭렬대책의 검토와 아울러, 화재안전설계를 위한 소방법과 건축법의 상호보완을 토대로 콘크리트의 성능설계기법에 대한 규정이 필요함.

129) “고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준 Q&A”, 국토해양부 홈페이지(<http://www.mltm.go.kr/>, 건축기획과), 2008.8.19.



참고 : 대한건축학회의 폭렬현상을 고려한 내화설계기법 사례
 -“고강도 콘크리트의 폭렬대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.1.1.

〈그림 4-23〉 고강도 콘크리트 내화성능설계기법 사례

3. 고강도 콘크리트의 내화성능 확보를 통한 폭렬 저감방안

○대한건축학회의 고강도 콘크리트 폭렬 저감방안(〈그림 4-24〉, 〈표 4-12〉, 〈표 4-13〉)¹³⁰⁾

-① 표층부의 온도상승·온도구배 저감방안, ② 수증기압 저감 및 수분이 동 용이화 방안, ③ 폭렬에 의한 콘크리트 비산방지방안, ④ 폭렬억제형 피복콘크리트 이용방안 등을 제시하고 있음.

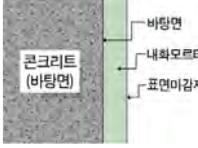
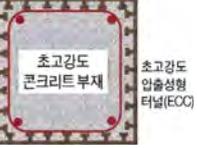
- 그러나, 실제로 대책공법별로 기존의 콘크리트 내화성능 관리규정뿐 만 아니라, 상시성능 및 유지관리성능 등의 종합적 검증이 필요함.

- 콘크리트의 주요 폭렬원인은 열응력, 수증기압, 열응력과 수증기압의 복합작용 및 골재의 광물조성 등과 관련이 있음.

- 따라서, 위 방안(①~④)들은 고강도 콘크리트에 대하여, ㉠ 함수율 및 W/C(Water/Cement 비)를 낮추는 방법, ㉡ 내화피복을

130) 『KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)』, 대한건축학회, 2007.8.

실시하여 고온을 차단하는 방법, ㉔ 횡구속을 실시하여 내부에서 발생하는 횡변위에 저항하는 방법, ㉕ 섬유를 혼입하여 수증기압을 외부로 배출시키는 방법 등을 통하여 폭렬을 저감하는 내용과 실질적으로 연관되어 있음¹³¹⁾.

표층 온도상승 억제	내부 수증기압 저감	폭렬 비산방지	폭렬억제형 피복콘크리트
			
<ul style="list-style-type: none"> •내화보드, 내화뿔칠, 내화도료, 내화모르터 	<ul style="list-style-type: none"> •합성섬유 혼입 	<ul style="list-style-type: none"> •와이어메쉬, 메탈라스, 강판 등 보강 	<ul style="list-style-type: none"> •폭렬억제형 영구거푸집
<ul style="list-style-type: none"> •내화성능 우수 •추가 공정 필요 •재료선택에 주의 필요 - 박리, 박락, 내구성 등 •단면두께 증가 	<ul style="list-style-type: none"> •강도에 따른 검증 필요 •가장 경제적인 공법 •시공성 저하 고려 필요 •화재발생 후 성능 저하 •수열온도 제어는 곤란 	<ul style="list-style-type: none"> •단순히 비산방지 효과 •내화성능 관리기준 대응 곤란 •다른 공법과의 병용 	<ul style="list-style-type: none"> •내화성능 우수 •개발단계로, 실적 없음 •재료선택 및 생산방법 검증 필요

참고 : “초고강도 콘크리트 내화성능 확보 기술”, 롯데건설 기술연구원, 2009.7.30.

(그림 4-24) 고강도 콘크리트의 폭렬 저감대책 종류

(표 4-12) 고강도 콘크리트의 폭렬 저감대책(◎ : 매우 우수, ○ : 우수, △ : 보통)

개념에 의한 분류	폭렬대책 방안			콘크리트 설계기준 압축강도별								
	사용 재료별 분류	공정	시공 방식	60MPa 이하			60~80MPa			80MPa 이상		
				시공성	내폭 열성	유지 관리	시공성	내폭 열성	유지 관리	시공성	내폭 열성	유지 관리
표층부의 온도상승, 온도구배 저감	내화모르터	마감	습식	○	◎	◎	○	◎	◎	○	◎	◎
	내화보드	미장	건식	○	◎	○	○	○	○	○	△	○
온도구배 저감	내화도료	마감	습식	○	△	○	-	-	-	-	-	-
수증기압 저감, 수분이동 용이	합성 유기섬유	타설	습식	△	○	◎	△	○	◎	△	△	◎
폭렬에 의한 콘크리트 비산방지	메탈라스 보강	미장	습식	○	△	◎	○	△	◎	○	△	◎
폭렬억제형 피복 콘크리트 이용	압출성형 영구거푸집	타설	간습식	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

참고 : 「KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)」, 대한건축학회, 2007.8.

131) “초고층 건축공사 고강도 콘크리트 골조의 내화 및 폭렬 방지성능 중요도 선정”, 백대현·한민철·한천규, 2008.1.1.

〈표 4-13〉 고강도 콘크리트의 폭렬 억제를 위한 대책 비교

항목	표층부 온도상승·온도 구배 저감	수증기압 저감, 수분이동 용이	폭렬에 의한 콘크리트 비산방지	폭렬억제형 피복콘크리트 이용	
공법	•내화재를 구조재의 표면에 피복하여 내부의 온도상승을 제어하는 공법	•콘크리트에 합성섬유 등을 첨가하여 콘크리트 자체의 폭렬(비산)을 방지하는 공법	•강판이나 와이어메쉬 등을 콘크리트 표면에 설치하여 비산을 방지하는 공법	•코어부분은 고강도 콘크리트를 사용, 피복부분만 폭렬이 발생하지 않는 재료로 치환하는 공법	
세부 공법분류	•내화보드 •내화 모르터	•합성섬유 혼입	•와이어메쉬 보강	•압출성형 영구거푸집 이용	
적용	•전 구조물 적용가능	•콘크리트 구조물	•콘크리트 구조물	•콘크리트 구조물	
화재 시 성능	낙하	•균열, 박락, 낙하 등이 발생하지 않도록 부처에 관한 검토 필요	•특별한 문제없음	•와이어메쉬 충전용 모르터의 부착성능에 관한 검토 필요	•특별한 문제없음
	폭렬	•방지가능	•폭렬억제에 관한 실험적 검증 필요	•폭렬억제에 관한 실험적 검증 필요	•방지가능
	내력 저하	•허용온도 내 제어가능	•열적 영향을 고려한 실험적 검증 필요	•열적 영향을 고려한 실험적 검증 필요	•허용온도 내 제어가능
	열변형	•적음	•상대적으로 크므로, 구조안전성 검토가 필요	•상대적으로 크므로, 구조안전성 검토가 필요	•적음
화재 후 성능	영향도, 손상 진단	•화재 후 본 부재는 열에 의한 영향이 적으므로 내화재의 손상에 대한 검토만 필요	•손상부위에 대한 내구성 유지, 보수성의 검토가 필요 -또한, 열에 의한 손상진단이 필요	•폭렬의 깊이 및 균열에 관한 검토가 필요	•화재 후 본 부재는 열에 의한 영향이 적으므로 내화재의 손상에 대한 검토만 필요
상시 성능	•낙하지 않도록 설계가 필요 •장기적인 내구성 관점에서 적절한 재료의 선택이 필요	•특별한 문제없음	•장기적인 내구성 관점에서 적절한 재료의 선택이 필요	•특별한 문제없음	
시공 시 성능	•내화재료 설치 공사의 공기 및 공정 필요	•특별한 문제없음	•내화재료 설치 공사의 공기 및 공정 필요	•부분복합화 공법 적용 시 최적화	
유지관리성능	•구조부재의 점검 시 함께 검토	•통상의 콘크리트 유지관리 시 검토	•구조부재의 점검 시 함께 검토	•통상의 콘크리트 유지관리 시 검토	
종합검토	•구조부재의 온도제어를 통한 폭렬대책으로 가장 우수한 방법이지만, 공사비의 증가, 추가공정이 필요	•폭렬을 제어할 수 있으나, 섬유 혼입으로 인한 시공성의 저하, 시공 시 품질관리의 어려움	•기본적으로 폭렬억제·방지하기보다는 폭렬의 비산을 방지하는 개념의 내폭렬 대책임.	•구조부재의 온도제어를 통한 폭렬대책으로 가장 우수한 방법	

참고 : 「KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)」, 대한건축학회, 2007.8.

4. 국내·외 고강도 콘크리트 내화성능 확보 기술 현황

1) 국내 고강도 콘크리트의 폭렬대책 공법 현황¹³²⁾

○ 국내 건설사들을 중심으로 설계기준강도 40~100MPa인 고강도 콘크리트를 대상으로 폭렬대책공법의 연구 및 실용화가 진행 중임.

— 주요 폭렬대책공법은 섬유혼입공법, 내화보드부착공법, 내화모르타르 내화피복공법 등임.

- 고강도 콘크리트 내화성능을 향상시키기 위한 국내 건설사들의 기술 연구는 주로 대기업을 중심으로 이루어지고 있음.

〈표 4-14〉 국내 건설사의 고강도 콘크리트 폭렬대책 공법

건설사	설계강도	공법(그림 4-25)	공법 개요
(주)포스코 건설	40~100 MPa	•FFR 내화보드 부착공법	•PFB(Posco E&C Fire Board) 공법은 외부에서 열을 차단하는 공법으로 신축 및 기존건축물에 적용 가능 •PFR보드는 알루미늄실리케이트계 내화보드를 내화접착제로 구조체에 부착 •건축부재의 내화시험(KS F 2257-1) 실시 → 주근온도를 300℃ 이하로 제어
삼성물산(주) 건설부문	80MPa	•PP(폴리프로필렌) 섬유 혼입공법	•콘크리트에 PP섬유를 흡입하여 폭렬을 방지 •사전에 섬유혼입 고강도의 콘크리트의 폭렬시험을 실시함 •서초 프로젝트 현장 적용
두산산업개발(주)	40MPa	•PP(폴리프로필렌) 섬유혼입 및 메탈라스 구속공법	•콘크리트에 PP섬유를 혼입하여 폭렬저감 및 메탈라스 구속 횡변형 제어 •건설교통부 신기술 제454호 획득 •부산 수영만 주상복합 건축물에 현장 적용
GS건설	50~100 MPa	•섬유혼입공법 (Fiber Cocktail)	•강섬유와 PP(폴리프로필렌)섬유를 혼입하여 사용하는 섬유혼입공법(Fiber Cocktail) •60MPa 보 부재 및 80MPa 기동부재 내화시험을 통한 폭렬저감 및 내화성능 확인
대림산업(주) 건설부문	60~80MPa	•ECC(고인성 콘크리트) 영구거푸집 공법	•ECC 시멘트 복합체를 영구거푸집으로 활용하여 고강도 콘크리트의 내화공법 •내화시험을 통한 내화성능 확인
PNR 건설	60~80MPa	•ECC(고인성 콘크리트) 내화모르타르의 내화피복공법	•고인성내화모르타르의 내화피복공법(신설 및 보수공법) •일본 공개내화시험을 통하여 우수한 내화성능 확인 •일본 HIDA터널(일본 제2 장대터널)의 내화재료로 선정

참고 : “고강도 콘크리트의 폭렬대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.

132) “고강도 콘크리트의 폭렬대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.



〈그림 4-25〉 국내 고강도 콘크리트의 폭렬대책 공법 현황

2) 외국의 고강도 콘크리트 폭렬대책 공법 현황¹³³⁾

○미국, 일본, 유럽 등 선진 국가에서는 고강도 콘크리트에 대한 내화성능설계 추진

—성능설계는 기존의 사양적인 기준으로는 화재안전성을 확보할 수 없는 특수한 건축물에 대하여 공학적인 접근을 통하여 화재안전성능을 확보하는 것으로, 1980년대부터 많은 국가에서 도입 및 적용하고 있음.

- 건축물을 구성하고 있는 구조재, 마감재, 창문의 크기 및 위치에 따른 내화성능이 설계화재요구보다 크게 하도록 정함.
- 특히, 일본은 2000년 건축기준법을 개정하여 내화구조에 대한 성능규정을 도입하였으며, 고강도 콘크리트 부재의 경우에는 재하 및 비재하에 의한 평가방법을 적용함.

133) “고강도 콘크리트의 폭렬대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.

〈표 4-15〉 일본 고강도 콘크리트 구조부재의 내화성능 판정기준

적용부위	재하가열시험(변형량 기준)	비재하가열시험(온도분포 기준)		
		철근콘크리트	프리스트레스 콘크리트조	강구조, 박판강구조
벽·기둥	<ul style="list-style-type: none"> •최대축방향 수축량 기준 -(mm) ≤ h/100 •최대축방향 수축속도 기준 -(mm/분) ≤ 3h/1,000 h : 초기높이(mm) 	•최고 ≤ 500℃	•최고 ≤ 400℃	<ul style="list-style-type: none"> •최고 ≤ 450℃ •평균 ≤ 350℃
바닥·슬래브	<ul style="list-style-type: none"> •최대변형량 기준 -(mm) ≤ l2/400d •최대변형속도 기준 -(mm/분) ≤ l2/9,000d l : 스패(mm), d : 단면거리(mm) 	•최고 ≤ 550℃	•최고 ≤ 450℃	<ul style="list-style-type: none"> •최고 ≤ 500℃ •평균 ≤ 400℃
가열조건	<ul style="list-style-type: none"> •T = 345log10(8t+1)+20 T : 가열로 내 온도, t : 경과시간(min) 			

참고 : “고강도 콘크리트 구조물(초고층 건축물의 화재안전기술”, 고정원, 2008.3.31.
 “KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)”, 대한건축학회, 2007.8.

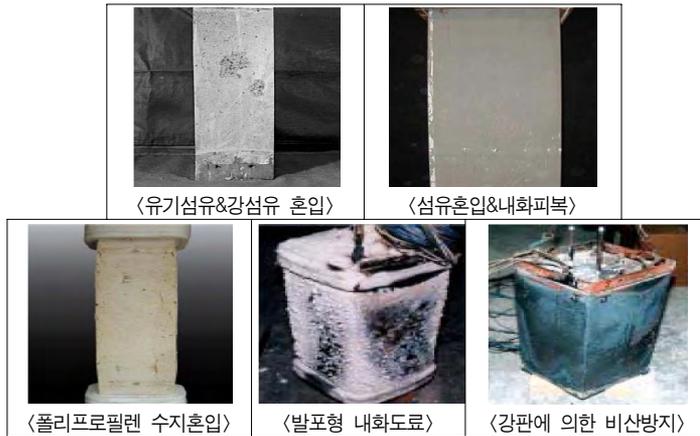
○ 일본의 고강도 콘크리트 폭발대책 공법 현황

〈표 4-16〉 일본 건설사의 고강도 콘크리트 폭발대책 공법

건설사	설계강도	공법 개요(그림 4-26)
카지마건설	150~180MPa	<ul style="list-style-type: none"> •실기둥부재에 대한 내화성능 평가 완료 •폭발방지를 위한 PP섬유의 적정 혼입률은 W/B 0.15에서 1.5~2kg/m³, W/B 0.18~0.20에서는 1.0kg/m³로 나타남. •단면 1,000mm × 1,000mm 기둥시험체의 내화실험 실시, 주근의 최고 온도를 500℃ 이하로 제어
다이세이건설	130~150MPa	<ul style="list-style-type: none"> •에틸렌비닐알코올(EVA)공중합체 유기섬유를 콘크리트에 일정량 혼입한 기술 •물시공실험 결과, 기존의 PP섬유에 비하여 EVA공중합체 유기섬유를 사용함으로써 고강도콘크리트의 시공성이 개선됨.
다케나카공무점 및 시미즈건설	80MPa 이상	<ul style="list-style-type: none"> •유기섬유 혼입량을 증가시키기 위한 전용의 초고성능감수제를 개발하고, 유기섬유와 강섬유를 동시에 혼입하여 고강도콘크리트의 폭발저항성 및 인성능을 확보 •다케나카공무점 및 시미즈건설은 AFR(Advanced Fire Resistant) 콘크리트에 대하여 공동연구 개발하여 건축기술성능증명(제60-01호)을 일본건축총합시험소로부터 취득
구마가이건설 외 6개사 공동컨소시엄	60~100MPa	<ul style="list-style-type: none"> •대상으로 한 피복공법은 ①섬유혼입 규산칼슘판, ②세라믹계 경질내화 피복재, ③모르타르, ④셀룰로스 섬유손입 모르타르의 4종류 •철근콘크리트조 기둥부재의 외주면에 각종 피복을 설치하여 내화성능을 향상시킨 공법으로, 건축기술성능증명(제02-17호)을 일본건축총합시험소로부터 취득
FPC공법 공동 개발연구회	60~120MPa	<ul style="list-style-type: none"> •FPC(Fire Performance Concrete)공법이란 설계기준강도 60~120MPa의 고강도 콘크리트에 폴리프로필렌 수지분말을 1.0~3.0kg/m³ 혼입하여 부재의 내화성능을 향상시킨 공법 •일본건축총합시험소로부터 건축기술성능증명(제03-15호)을 취득

참고 : “고강도 콘크리트의 폭발대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 권영진, 2008.1.1.

- 초기에는 60~100MPa 급에 대한 고강도 콘크리트를 대상으로 폭발대책 공법연구가 주류를 이루었으나, 2003년도 이후부터는 150MPa 이상의 초고강도 콘크리트를 대상으로 한 공법연구 및 실용화 추진



〈그림 4-26〉 일본의 고강도 콘크리트의 폭발대책 공법 현황

제5장 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축방안

제1절 관련 법령

제2절 국내·외 실내공간정보 구축 기술개발
현황 및 향후 과제

제3절 실내공간정보 구축을 통한 초고층
건축물 재난관리종합시스템 구축사례

제 5 장

실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축방안

제1절 관련 법령

- 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법¹³⁴⁾」 제16조, 제17조, 제19조
 - － 초고층 건축물의 통합적 재난관리를 위해서는 종합방재실을 설치·운영(제16조)하고 재난관리종합시스템을 구축(제17조)하며, 유해위험물질에 대한 관리시스템(제19조) 등을 정비하여야 함(<그림 5-1>).
 - 건축물 재난관리종합시스템에는 실내공간에 대한 GIS 및 LBS¹³⁵⁾와 같은 공간정보서비스를 제공할 수 있는 시스템과 3차원(3D) 실내공간 정보¹³⁶⁾ 데이터베이스가 우선적으로 구축되어야 함.

134) 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법」은 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하였으며, 같은 해 10월 국회 법사위원회 심사와 12월 국회 본회의의 의결 및 공포를 거쳐 시행될 예정이다.

135) GIS(Geographic Information System) : 지리정보시스템, LBS(Location Based Service) : 위치 기반정보서비스

136) 3차원(3D) 실내공간정보 : 2차원의 x, y 위치정보에 높이(심도), 색상, 질감 및 속성정보를 추가하여 현실세계와 유사하게 표현하는 것뿐만 아니라 정량적인 분석과 의사결정 등과 같은 분석기능이 가능하게 하는 3D GIS 정보

• 『초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법안』의 재난관리종합 시스템 구축에 관한 세부 조항

• 법 제16조(종합방재실의 설치·운영)

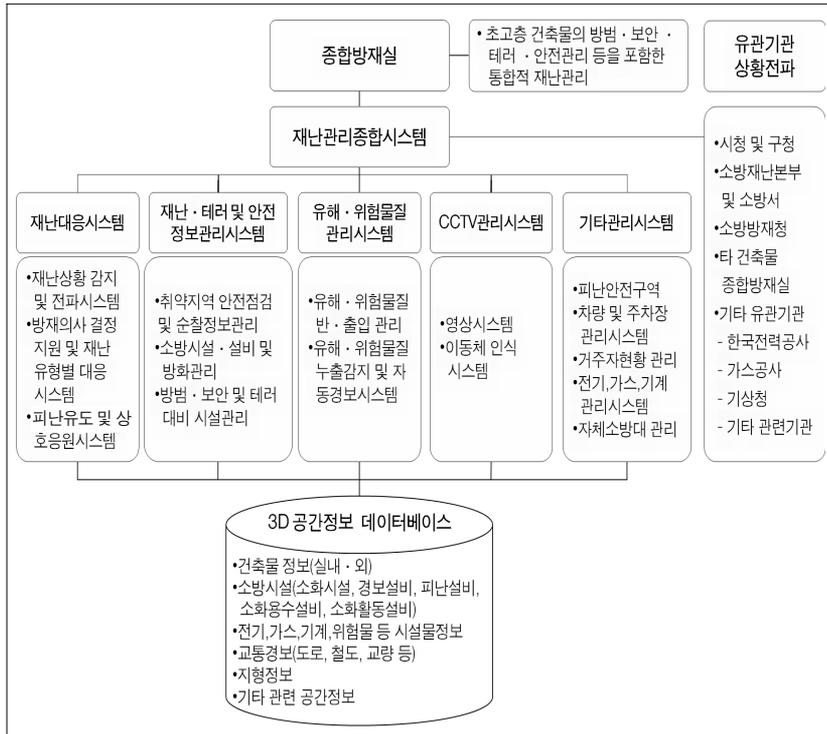
- ① 관리주체는 초고층 등 건축물의 방범·보안·테러·안전관리 등을 포함한 통합적 재난관리를 효율적으로 관리하기 위하여 종합방재실을 설치·운영하여야 한다.
- ② 제11조에 따른 협의회에서는 각 관리주체가 설치·운영하는 종합방재실 간 재난 및 안전정보 등을 공유할 수 있는 정보망을 구축해야 하며, 유사 시 서로 긴급연락이 가능한 경보 및 통신설비를 설치하여야 한다.
- ③ 종합방재실의 설치기준 등 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

• 법 제17조(재난관리종합시스템의 구축)

- ① 관리주체는 관계지역 안에서 재난의 신속한 대응 및 재난정보 공유·전파를 위한 재난관리종합시스템을 종합방재실에 구축·운영하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 재난관리종합시스템의 구축 시 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 1. 재난대응시스템
 - 가. 재난상황 감지 및 전파시스템
 - 나. 방재의사결정 지원 및 재난 유형별 대응시스템
 - 다. 피난유도 및 상호응원시스템
 2. 재난·테러 및 안전 정보관리시스템
 - 가. 취약지역 안전점검 및 순찰정보 관리
 - 나. 유해·위험물질 반·출입 관리
 - 다. 소방시설·설비 및 방화관리 정보
 - 라. 방범·보안 및 테러대비 시설관리
 3. 그 밖에 관리주체가 필요로 하는 사항

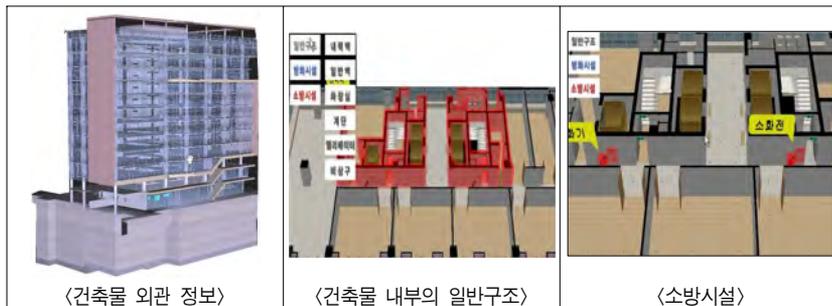
• 법 제19조(유해·위험물질의 관리 등)

- ① 관리주체는 초고층 등 건축물의 유해·위험물질 반출·입 관리를 위한 위치정보 등 데이터베이스를 구축·운영하여야 한다.
- ② 관리주체는 유해·위험물질의 방치 등으로 재난발생이 우려될 경우에는 즉시 제거하거나 반출을 명할 수 있다. 또한 유해·위험물질을 이용한 테러 등이 예상될 경우 차량 등에 대한 출입제한을 할 수 있다.
- ③ 관리주체는 지하공간에서 화기를 취급하는 시설이 있을 때에는 유해·위험물질의 누출을 감지하고 자동경보를 할 수 있는 설비 등을 설치하여야 한다.
- ④ 유해·위험물질의 관리 등에 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.



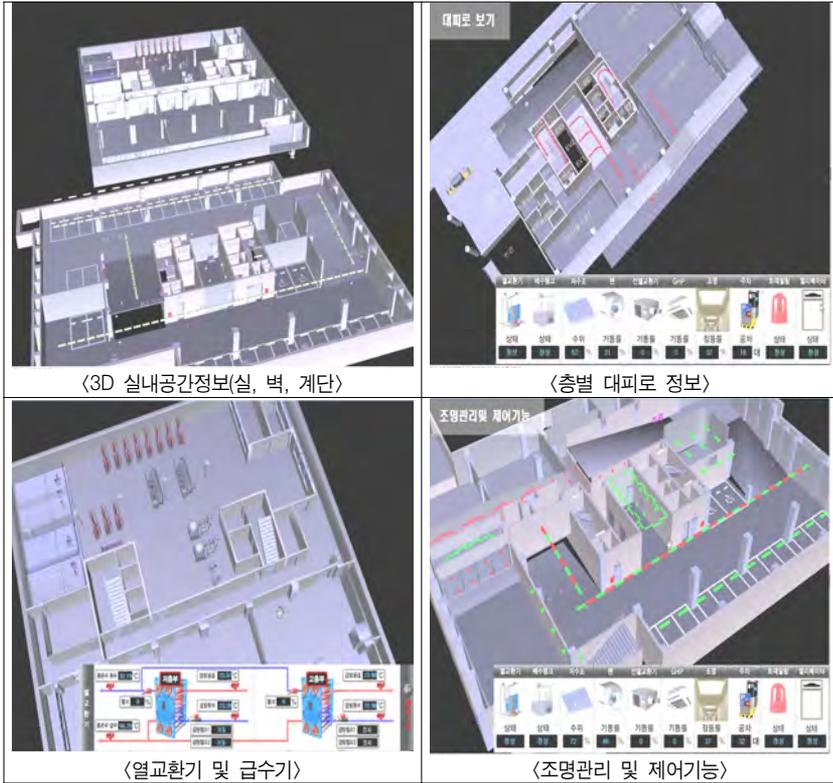
참조 : 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법(안)」 제16조, 제17조, 제19조

〈그림 5-1〉 초고층 건축물의 재난관리종합시스템(안) 개요



자료제공 : (주)한국공간정보통신(IntraMap3D), 2010.

〈그림 5-2〉 3D 실내·외 공간정보 구축 사례(건축물 외관 및 실내 시설물)



자료제공 : (주)한국공간정보통신(IntraMap3D), 2010.

〈그림 5-3〉 3D 실내공간정보 구축 사례(대피로, 열교환기·급수기, 조명)



참조 : 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업 단 4핵심 2세부, 2009.6.

〈그림 5-4〉 3D 건축물 외관 정보 구축 사례

제2절 국내·외 실내공간정보 구축 기술개발 현황 및 향후 과제

1. 국내 지능형국토정보기술혁신사업단¹³⁷⁾의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발(4핵심 2세부과제) 현황

○ 목표

– 건축물의 3차원(3D) 실내공간정보를 효과적으로 구축하여 사용자에게 다양한 정보 및 서비스를 제공함.

- 3차원 실내공간정보(입체정보)는 현실세계와 유사한 건축물 입체공간을 제공함으로써 사용자의 현실세계에 대한 이해도 향상과 정확한 분석을 지원함.

○ 연구내용(2007~2011)

〈표 5-1〉 지능형국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보 구축 및 활용 기술개발 연구개요

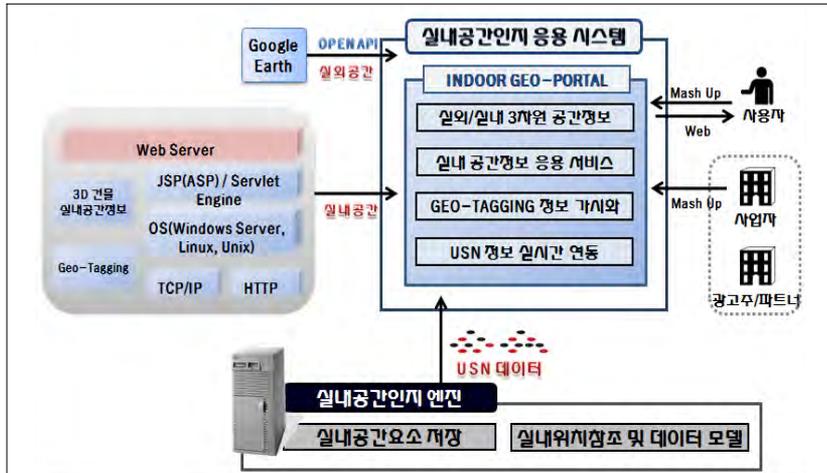
과제명	구분	목표	연구 범위	추진 기관
실내공간정보 구축 및 활용 기술개발(4핵심 2세부 과제)	제1세세부	•실내공간 DB 모델 및 관리 기술	•실내공간데이터 이론 및 모델 •실내공간데이터 관리시스템 개발 •실내공간정보 응용시스템 개발 환경	•부산대학교
	제2세세부	•건설도면활용 실내공간DB 구축 기술	•실내공간DB 구축 – 작고 편리한 구축도구 개발 – 기존 건축CAD도면 최대한 활용 •이동체 위치 실시간 입력	•연세대학교
	제3세세부	•실내공간정보 활용기술 및 테스트베드 구축	•u-Convention 기반 활용 시스템 기술 •실내 Geo-Portal 서비스 기술 •테스트베드 구축	•KT 미래 기술연구소

참고 : “4핵심 2세부 : 실내 공간 정보 구축 및 활용 기술개발(과제 개요 및 진행 상황)”, 지능형국토정보기술혁신사업단, 2009.

137) 지능형국토정보기술혁신사업단은 「제3차 국가지리정보체계기본계획(2006~2010)」 중 국토해양부 3단계 국가공간정보사업의 R&D 사업(2006~2012)을 추진하고 있음.

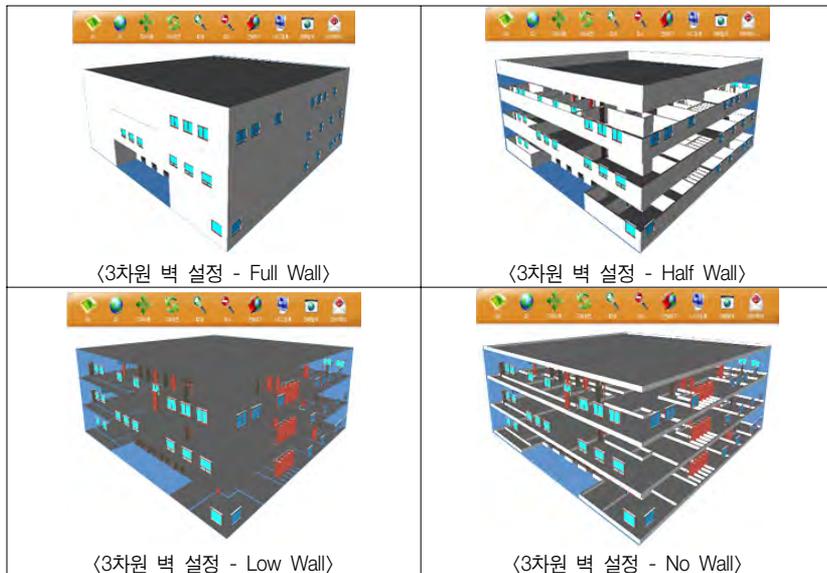
– 실내공간정보구축사업은 지능형국토정보기술혁신사업단의 4핵심과제 중 2세부과제(실내공간정보 구축 및 활용 기술개발)로 추진 중임(2007.9.11~2011.6.26)

- 「제4차 국가공간정보정책기본계획(2010~2015)」에서는 「4. 공간정보기반통합부분(19,592억원)」의 「4-3. 3차원 공간정보 구축」에 실내공간정보구축사업이 포함되며, 국토해양부와 국토지리정보원이 주관기관임(「제4차 국가공간정보정책기본계획(2010~2015)」, 국토해양부, 2010.3.16).



참조 : 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업단 4핵심 2세부, 2009.6.

〈그림 5-5〉 지능형국토정보기술혁신사업단의 Indoor Geo-Portal 시스템 구조도



참조 : 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업단 4핵심 2세부, 2009.6.

〈그림 5-6〉 지능형국토정보기술혁신사업단의 실내공간정보서비스(Indoor Geo-Portal) 사례

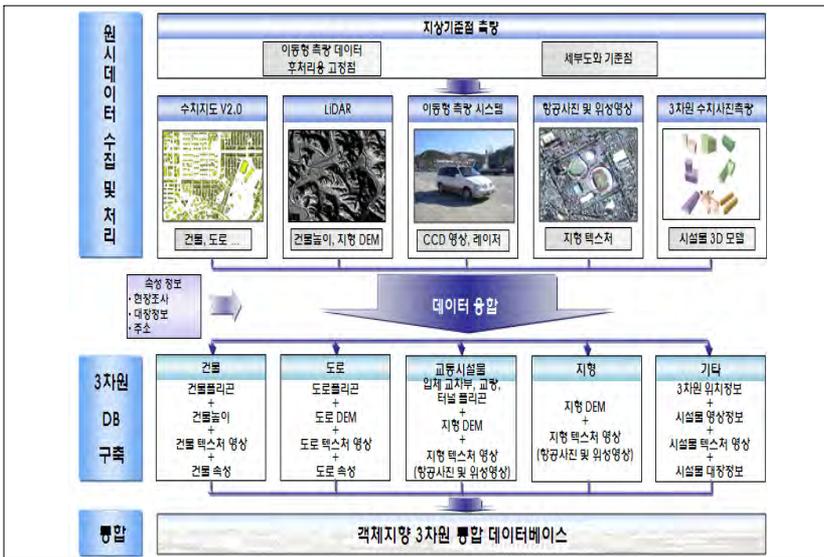
○ 주요 활용분야

- 3차원 실내공간정보는 건축물의 내부벽체, 층, 천정, 실내공간 및 가구 등을 묘사할 수 있으며, 특히 건축물 화재진압계획, 피난계획 등 재난관리에 매우 효과적으로 활용될 수 있음.

〈표 5-2〉 3D 공간정보 활용 분야

분야	응용 업무
도시계획	•도로, 주거, 사업지구 등 도시계획 정책을 3D 공간정보 상에서 입체적 수립 가능, 민원정보 서비스 지원
도시행정	•건축물 관리, 건축물의 인허가 등에 3D 공간정보를 활용해 사전에 시뮬레이션함으로써 효율적으로 업무처리
도시환경	•시설물 계획, 공원계획, 녹지조성 등에 3D 공간정보를 활용해 사전에 시뮬레이션함으로써 효율적으로 업무처리
도로교통	•3D 공간정보를 활용하여 차량 모의주행 시험을 하여 도로시설물 배치·관리 등의 적절성 판단
재난재해	•화재에 대한 진압계획 및 피난계획, 홍수 예측 등에 대한 3D 시뮬레이션을 함으로써 효율적인 예방·복구정책 수립
공공서비스	•민원정보, 생활·문화정보와 관련된 3D 공간정보 제공
기타	•건설, 부동산, 수송, 통신 등 민간분야에서의 3D 공간정보 기반 업무

참고 : 「제4차 국가공간정보정책기본계획(2010~2015)」, 국토해양부, 2010.3.16.



참조 : 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업단 4핵심 2세부, 2009.6.(국토지리정보원 3차원 공간정보구축 소개자료)

〈그림 5-7〉 3D 공간정보 데이터베이스구축 과정(지형 및 건축물 외관)

2. 국외 실내공간정보 구축 기술개발 현황

1) CityGML¹³⁸⁾ 모델

(1) CityGML 모델

○ CityGML은 3차원 도시모델의 저장과 교환을 위한 개방형 데이터 모델로 XML을 기반 포맷으로 함.

– 도시 및 지역 모델에서 주제가 되는 지리정보요소에 대한 객체들의 관계를 3차원 기하, 3차원 위상, 의미(semantics) 및 표현(appearance) 등의 속성들로 정의하여, 도시모형, 도시자료마이닝, 시설물관리 및 주제검색 등 여러 응용분야에서 복잡한 분석업무를 수행할 수 있는 3D 가상도시 모델임¹³⁹⁾.

(2) CityGML 모델의 LOD(Level of Detail, 세밀도)

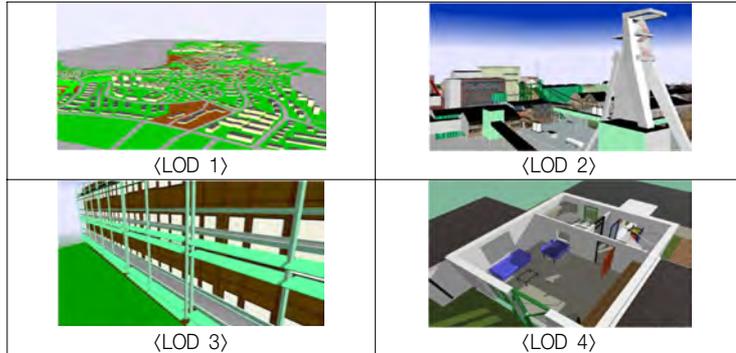
○ CityGML은 건축물을 표현하기 위하여 5단계의 LOD(Level of Detail, 세밀도)를 제공하며(LOD 0 ~ LOD 4), LOD 4단계에서는 실내의 공간객체 및 객체 간 위상정보(topology)를 내포하고 있음(<표 5-3>).

– LOD 0는 2~2.5차원의 수치지형모델(DTM : Digital Terrain Model), LOD 1은 지붕모델이 없는 블록모델, LOD 2는 지붕모델을 갖는 건물모델(벽, 지붕, 지표면 등), LOD 3은 상세한 건축물 외형모델(창문, 출입구 등 까지 포함), LOD 4는 실내정보를 갖는 건축물모형(내부벽체, 층, 천정, 실내공간, 가구 등까지 묘사)임.

• CityGML은 OGC(Open Geospatial Consortium) 웹서비스 표준과 융합

138) CityGML : 3차원 공간정보의 표준모델로서 최근 OGC(Open Geospatial Consortium, 개방형 지리정보 컨소시엄)에 의해 개발된 ISO 19136의 국제표준임.

139) “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4인, 2008.7., 『OpenGIS City Geography Markup Language(City GML) Encoding Standard』, Open Geospatial Consortium Inc., 2008.8.20.



참고 : 「OpenGIS City Geography Markup Language(City GML) Encoding Standard」,
Open Geospatial Consortium Inc., 2008,8,20,(source : District of Recklinghausen)

〈그림 5-9〉 LOD 1 ~ LOD 4의 도시 및 건축물 모델 사례

2) 구글어스(Google Earth)¹⁴⁰⁾

○ 구글어스 API(Application Programming Interface)

– 최신판 구글어스 SketchUp은 건축물의 고화질 3D 렌더링(Rendering)¹⁴¹⁾을 KML(Keyhole Markup Language)¹⁴²⁾이나 KMZ¹⁴³⁾ 파일로 작성하여 구글어스에 중첩·표시하고 다른 사용자와 공유할 수 있도록 함.

- 구현방법으로는 COLLADA라는 3차원 모델개발도구를 이용하여 실내구조가 있는 건축물을 모델링한 후 KML형식으로 바꾸고, 이것을 구글어스 API를 통해 구글어스상에 표현함¹⁴⁴⁾.

140) 구글(Google)이 제공하는 서비스로 위성이미지, 지도, 지형 및 3D 건물정보 등 전 세계의 지역정보를 제공하는 위성영상지도 서비스

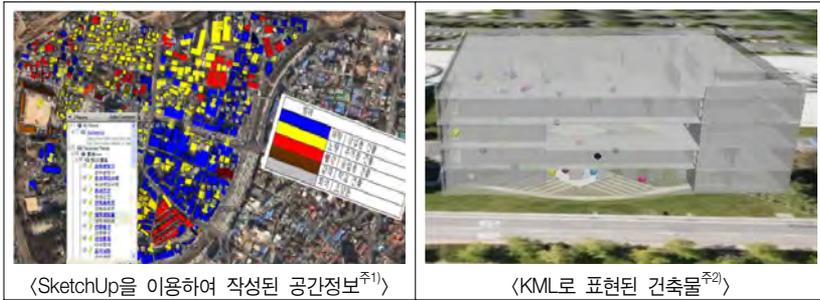
141) 렌더링(rendering) : 2차원의 화상에 광원·위치·색상 등 외부정보를 고려하여 사실감을 붙여 넣어 3차원 화상을 만드는 과정

142) KML(Keyhole Markup Language) 파일 : KML은 구글어스, 구글맵 등의 응용프로그램에 표시하기 위해 점·선·면·이미지·다각형 및 모델과 같은 지형기능을 모델링하고 저장하기 위한 XML문법 및 파일형식으로, OGC(Open Geospatial Consortium)의 표준으로 채택됨.

143) KMZ 파일 : KML파일의 압축 버전

144) “GoogleEarth상 실내 공간 구현 및 실내 이동객체 실시간 가시화”, 문찬승·송용수·이기준, 2009.

- 일부 유명한 장소의 고화질 3D 렌더링을 독자적으로 등록하고 있으나, 지구 전체를 모델화하는 작업은 아직 완료되지 않음.



〈SketchUp을 이용하여 작성된 공간정보^{주1)}〉

〈KML로 표현된 건축물^{주2)}〉

주1 : “위치정보기반 디지털 건축정보 모델링”, 김언용·주성일·전한중, 2008.

주2 : “GoogleEarth상 실내 공간 구현 및 실내 이동객체 실시간 가시화”, 문찬승·송용수·이기준, 2009.

〈그림 5-10〉 구글어스 SketchUp을 이용하여 작성된 3D 건축물 공간정보 사례

〈표 5-4〉 KML 2.1 분석 내용

분석항목	분석내용	
목적	구글의 2,3차원 공간정보 표현	
기본기술	구글어스 지도 시각화 기술	
표현 언어	XML	
제작 도구	Sketch Up	
3차원 관련 주요 특징	평가	평가내용
지형지물	○	일반지형지물, 단일지형지물, 지형지물속성 표현 가능
기하정보	△	3차원 객체 불가(COLLADA포맷과 연계해야 가능)
위상정보	X	-
텍스처/재질	△	색상 표현(그외는 COLLADA포맷과 연계해야 가능)
세밀도(LOD)	○	기하 세밀도
일반속성	○	숫자, 문자열, URI 속성
지형	△	자체에 지형모델 없음(구글어스와 연계해야 가능)

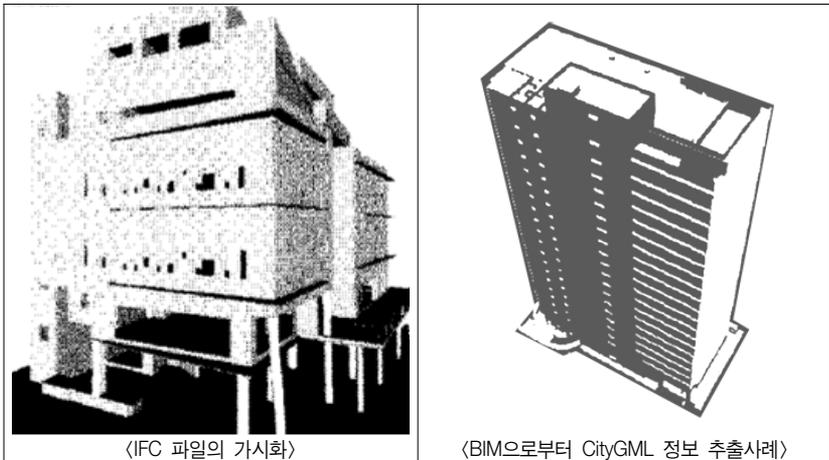
참조 : 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업단 4핵심 2세부, 2009.6.

3. 향후 과제

○BIM/IFC¹⁴⁵⁾와 GIS/CityGML 간의 정보모델 변환¹⁴⁶⁾

–BIM(Building Information Modelling)으로부터 IFC(Industry Foundation Classes)파일¹⁴⁷⁾을 생성하고, 이를 바탕으로 CityGML의 LOD(LOD 0 ~ LOD 4)에 따른 건축물 모델을 표현할 수 있는 형상자료를 추출함.

- BIM용 프로그램들은 내부모델이 표현하고 있는 정보를 다양한 형식으로 내보낼 수 있는 기능을 제공함(DFX, DGN, IFC/IFCXML 등).
- 일반적으로 BIM은 건축물의 내부공간을 주로 다루며, 위상구조 없이 건축물의 주요 구성요소인 벽체, 슬라브, 보, 기둥 등의 부재단위로 도면, 재질, 형태 등의 세부정보를 가지도록 모델링됨.



참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

<그림 5-11> BIM으로부터 CityGML 정보 추출사례

145) BIM/IFC : Building Information Modelling/Industry Foundation Classes

146) “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

147) BIM용 프로그램들은 국제표준데이터모델인 IFC 데이터를 읽고 저장하는 기능을 지원함.

〈표 5-5〉 BIM/IFC와 GIS/CityGML의 특성 비교(건축물 위주)

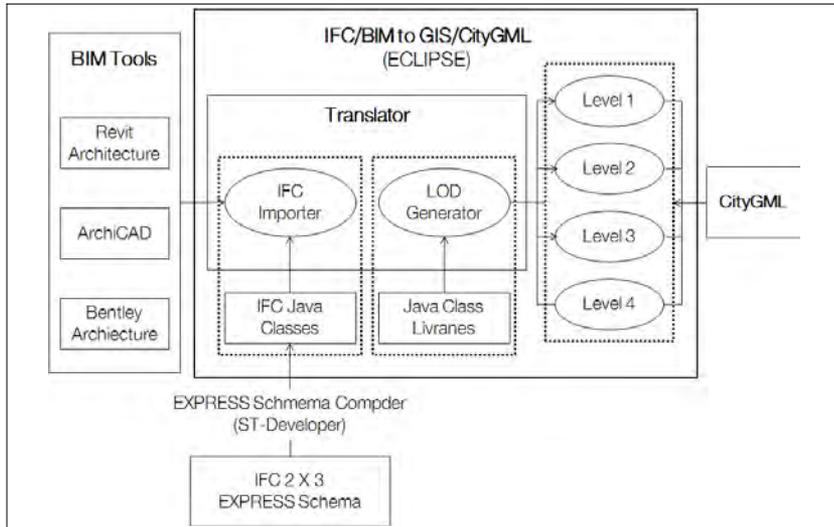
구분	BIM/IFC	GIS/CityGML
표현대상	•건축물 내부공간	•건축물외형·외부공간, 건축물 내부공간
표현요소	•위상구조 없음 -벽체, 슬라브, 보, 기둥 등의 건물부재 단위로 도면표현, 재질, 형태 등 세부정보를 가짐.	•위상구조를 가짐. -점, 선, 면의 공간객체와 속성자료의 연계
이용분야	•건축설계, 실내공간분석, 물량산출, 시공, 유지관리	•지리공간분야(지형, 지적), 도시계획, 교통계획, 시설물계획, 환경관리, 자원관리, 재난관리
상용 프로그램	•GraphiSoft ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Architecture, Gehry Technologies Digital Project	•ESRI ArcGIS, IntraMap3D(주)한국공간정보통신 등
BIM/IFC와 GIS/CityGML의 통합과 활용분야	건물단위 <----- 지역단위 / 도시단위 -----> 국토단위 (Interior Model) (City/Site Model) (Regional Model)	
		
	•건축계획 및 설계, 단지계획 및 설계, 도시경관분석, 도시계획, 도면관리, 시설물관리, 보안관리, 재난관리, 관광, 텔레매틱스 등	

참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

〈표 5-6〉 IFC에서 CityGML로 변환되는 건축물모델 정보

CityGML 건축물모델 수준(표 5-3)	IFC로부터 추출되는 정보	용도
LOD 0	•TIN(Triangulated Irregular Network), Grids, 3D Breaklines, 3D Mass Points 등	•Regional model
LOD 1	•건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 입면정보를 추출하고, 이로부터 2.5차원의 입체를 구성	•City/Site model로 도시계획 및 설계, 외부공간표현, 내비게이션 등에 활용
LOD 2	•건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 개별 입면, 지붕에 관한 면, 바닥면 등의 정보로 3차원 입체를 구성	
LOD 3	•상세한 건축외형 모델	•Level 2의 용도이외에 도시경관 검토 등에 활용
	•Level 3+ (본 연구의 분류)	
LOD 4	•실내정보를 갖는 건물모델	•건축 실내공간의 표현 및 관리에 응용
	•Level 3+에 엔지니어링 도면(건축, 구조, 설비, 시공, 유지관리 등에 대한 상세도와 연계	

참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.



참고 : “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 고일두 외 4명, 2008.7.

〈그림 5-12〉 3D 건축물정보 변환 프로그램 개발을 위한 시스템 아키텍처

제3절 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합 시스템 구축사례

○GIS 기반 실시간 화재대응시스템 구축(국내 ○○○○청)

—목표

- 대상 건축물 및 주변지역까지 3차원(3D) 공간정보를 구축하여, 화재발생 시 화재지점까지 용이한 접근방법 및 진입로 확보, 주변 소방시설 위치, 실내구조 등을 제시함으로써 신속한 화재대응체계 확립

—주요 사업내용

- 첨단 IT 기술을 적용하여 긴급구조표준시스템 구축
- 긴급구조표준시스템의 주요 내용

- 지령운영 · 관제시스템, GIS 및 공통시스템, 정보지원 및 연계시스템, 차량관제시스템, 현장지휘정보시스템 등으로 구성
- 특히, 3차원 실내·외 공간정보 구축을 통하여, 고층건물 및 문화재에 대한 재난관리와 상황에 따른 사고 재연 시뮬레이션 영상 구축



참고 : “GIS 기반 실시간 화재대응시스템”, (주)한국공간정보통신, 2009.

〈그림 5-13〉 GIS 기반 실시간 화재대응시스템

— 기대효과

- 재난현장까지 신속한 정보전달체계를 구축함으로써, 대응시간을 단축하고 인적·물적 피해 최소화
- 유관기관과의 공조 및 업무연계를 강화하여 국가 주요 재난시설 관련 기관과의 소방활동 공동 대응체계를 마련하고, 상호연계 및 공유를 바탕으로 보다 신속한 초동대응 체계 마련

-사용 소프트웨어

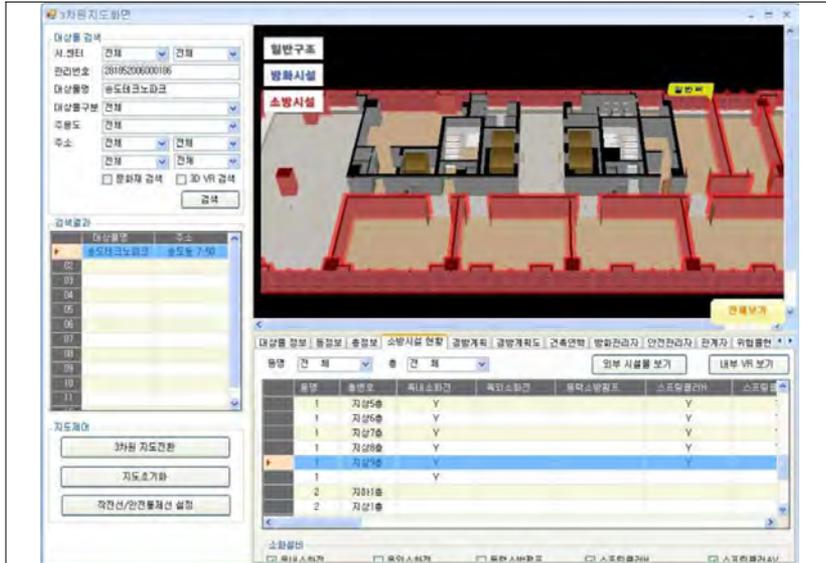
- IntraMap3D¹⁴⁸⁾



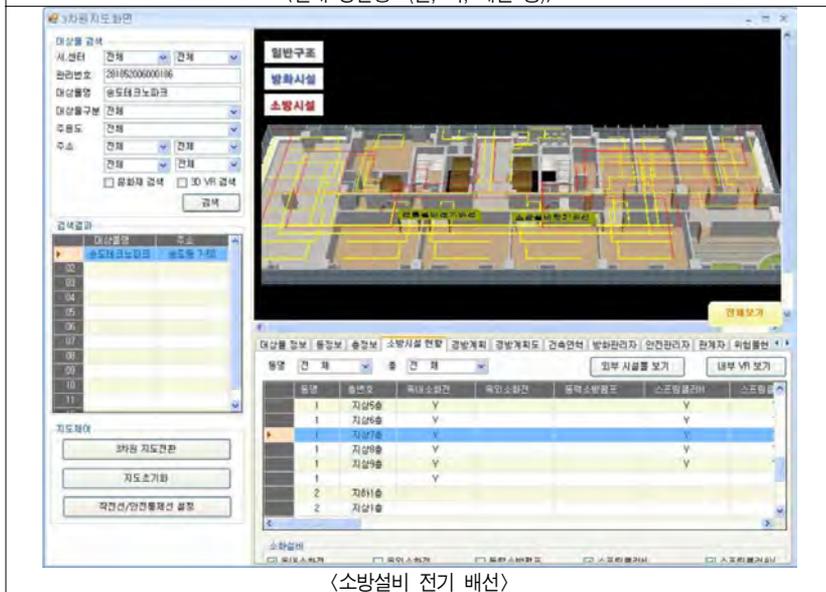
자료제공 : (주)한국공간정보통신, 2010.

〈그림 5-14〉 대상 건축물 및 주변지역의 3D 공간정보 구축(건축물 주변 및 외관)

148) IntraMap3D는 (주)한국공간정보통신의 3D GIS 소프트웨어임.



〈실내 공간정보(실, 벽, 계단 등)〉



〈소방설비 전기 배선〉

자료제공 : (주)한국공간정보통신, 2010.

〈그림 5-15〉 3D 실내공간정보 구축(일반시설, 방화시설, 소방시설)

제 6 장

결론 및 향후 추진과제

제1절 결론

1. 초고층 건축물의 화재안전성 확보를 위한 제도적 개선방안

1) 「건축법」상의 개정 필요사항

○ 중간 대피층(피난안전구역)의 설치 기준

— 지상층으로부터 최대 30개 층마다 설치하는 대피공간을 최대 20~25층마다 설치하도록 하며, 층 바닥면적에 따라 피난계단을 추가하고, 각 출입구 폭도 법적 최소기준보다 30% 이상 확대함.

- 중간 대피층을 최대 30개 층마다 설치할 경우에는, 재실자의 최종 피난완료시간이 피난한계시간을 초과하며, 25개 층마다 설치할 경우(평균 5분 29초)에는 재실자의 피난안전성이 확보됨.
- 또한, 소방관서에서 보유하고 있는 소방고가사다리차의 특성을 감안하여 지상으로부터 첫 번째 설치되는 중간 대피층은 20층 이하로 설치토록 하는 규정의 신설도 필요함¹⁴⁹⁾.

149) “초고층 건축물 소방안전관리의 문제점과 개선방안”, 최만철·이동형, 2009.12.

- 건축물 구조에 대한 성능위주설계 도입
 - 초고층 건축물은 관련 법규의 일률적 기준만으로는 충분한 안전을 확보할 수 없을 뿐만 아니라, 건축공간의 구조가 법규 요구사항을 적용할 수 없는 경우도 발생함. 따라서, 건축물 구조에 대한 확실한 안전을 확보하기 위해서는 「건축법」상 성능위주설계를 도입하여야 함.
- 직통계단 및 피난계단의 설치기준 개선
 - 초고층 건축물의 직통계단은 피난에 문제가 없는 범위 내에서 변경하거나 분리할 필요가 있으며, 수용인원의 수나 건축용도에 따라 계단의 폭 등을 조절하여야 함¹⁵⁰⁾.
- 엘리베이터를 이용한 피난대책 수립
 - 현재 화재발생 시 피난용으로는 엘리베이터의 사용이 금지되고 있으나, 초고층 건축물의 경우에는 추가 방호설계를 적용한 고속 승객용 엘리베이터를 피난에 사용할 수 있도록 조치함.

2) 소방법상의 개선 필요사항

- 성능위주설계 소방대상물의 확대
 - 현재 「소방시설공사업법」의 성능위주설계 소방대상물에서 제외되어 있는 아파트와 복합건축물 등을 성능위주설계 대상물에 포함하여 초고층 건축물의 화재안전을 적극적으로 확보하여야 함.
- 소방시설 강화를 위한 관련법¹⁵¹⁾ 및 국가화재안전기준(NFSC) 개선
 - 소화수원
 - 소방대원이 현장에 도착하여 빌딩 내의 인원을 모두 피난완료 하고, 완전한 화재진압을 위해 최소 1시간 정도까지 급수할 수 있도록 수원 의 용량증대가 필요함.

150) 각 거실로부터 중간 대피층 혹은 지상층까지 직접 연결되는 직통계단의 설치 규정은 초고층 건축물에서 심각한 연돌효과를 발생시킬 수 있음.

151) 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 등 관련 소방법

-자동화재탐지설비

- 화재감지기는 아날로그 주소형 감지기를 설치하며, 경보방식은 자동화재탐지설비 설비구역, 스프링클러설비의 방호구역 등 경보구역별로 다르게 할 수 있도록 함.

-무선통신보조설비

- 30층 이상에는 소방대원의 원활한 무선통신이 가능하도록 무선통신보조설비를 추가 설치하여야 함.

-또한, 제연설비, 비상전원설비 등도 초고층 건축물의 화재안전을 위하여 추가설치 등의 개선이 필요함.

3) 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안」의 조속한 시행 추진

○상기 법안의 안전기준(법 제20조)은 “건축법 및 소방시설공사업법의 기준보다 강화하여 적용할 수 있다”고만 하여, 세부 안전대책이 매우 미흡하므로 이에 대한 보완 대책이 필요함.

-위 법안은 2010년 9월 30일 국회 행정안전위원회를 통과하여 같은 해 12월 국회 본회의의 의결을 거쳐 공포 및 시행될 예정임.

2. 초고층 건축물의 선진 방재기술 확보

1) 초고층 건축물의 연돌효과 대책 수립

○연돌효과 저감을 위해서는 외피 기밀화, 내부 구획(수평 및 수직 구획) 등을 통하여 공기유동 경로를 차단하는 건축계획적 방법과 공조시스템, 엘리베이터 샤프트 냉각시스템 등 공기유동을 억제하는 설비적 방안을 동시에 고려하여 해당 건축물의 특성에 적합한 해결방안을 모색하여야 함.

2) 고강도 콘크리트의 폭렬 저감방안

- 폭렬억제 대책으로는 표층부의 온도상승·온도구배 저감방안, 수증기압 저감 및 수분이동 용이화방안, 폭렬억제형 피복콘크리트 이용방안, 폭렬에 의한 비산방지방안 등이 있음.
 - 각 방안은 장·단점을 내포하고 있기 때문에 상황에 따라 탄력적으로 이용하여야 하며, 향후 고강도 콘크리트의 역학적 성장(열응력, 질량, 이동, 폭렬 등)을 고려하여 단점을 보완하고 추가적인 대책을 수립하여야 함.

3) 실내공간정보 구축을 통한 초고층 건축물 재난관리종합시스템 구축방안

- 화재진압, 피난계획 등 초고층 건축물의 재난관리를 위해서는 「초고층 및 지하연계 복합건축물 안전관리 특별법안」에 의한 재난관리종합시스템 구축이 필수적임.
 - 이를 위해서는, 건축물 외곽 및 실내의 방, 벽, 계단, 천정, 가구 등 실내 구조물의 3차원 실내공간정보 데이터베이스 구축이 우선적으로 요구됨.
 - 국가뿐만 아니라 민간기업체도 다양한 3차원 공간정보처리기술을 개발하고 있으나, 적극적인 활성화를 위해서는 지속적인 투자 확대와 기술개발이 필요함.

제2절 향후 추진과제

- 제도적 개선
 - 초고층 건축물의 중간 대피층(피난안전구역) 설치기준 확립을 위한 「건축법」상 제도 개선과 50층 이하 고층 건축물에 대한 중간 대피층 설치 규정 제정

- 초고층 건축물의 소방시설 강화를 위한 관련 소방법 및 국가화재안전 기준(NFSC) 검토 및 개정(소화수원, 자동화재탐지설비, 제연설비, 무선통신보조설비, 피난설비 등)
- 선진 방재기술 확보를 위한 적극적 투자 확대 및 기술개발
 - 연돌효과 저감대책, 고강도 콘크리트의 내화성능 확보, 3차원 실내공간 정보 구축을 통한 재난관리종합시스템 구축 등
- 초고층 건축물 관계인의 안전의식 제고 및 총괄재난관리자¹⁵²⁾ 선임요건 강화
 - 초고층 건축물의 총괄재난관리자는 당해 건축물의 시설·전기·가스·방화 등 재난·안전관리 업무를 총괄 지휘·감독하여야 하므로, 충분한 전문지식을 갖춘 자가 수행하여야 함.
 - 초고층 건축물 관계인은 통합안전점검¹⁵³⁾에 대한 필요성을 공감하고, 점검자의 능력함양 및 화재예방을 위해 적극 노력하여야 함.
- 정기적이고 내실있는 소방훈련 실시¹⁵⁴⁾
 - 초고층 건축물에 대해서는 적어도 1년에 1회 이상은 소방관서와 합동으로 종합훈련을 실시하며, 해당 소방관서에 훈련결과 제출을 의무화하도록 함.

152) 「초고층및지하연계복합건축물안전관리특별법안」 제15조(총괄재난관리자의 지정)

153) 「초고층및지하연계복합건축물안전관리특별법안」 제12조(통합안전점검의 실시)

154) 「초고층및지하연계복합건축물안전관리특별법안」 제9조(재난예방 및 피해경감대책의 수립·시행 등) 제2항 제3호(재난 및 테러 등의 대비 교육·훈련계획)

참 고 문 헌



참고문헌

- 고일두·최중현·김이두·정연석·이재민, 2008. 7, “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출”, 한국 GIS 학회지, pp.249-261.
- 고정원, 2008.3.31, “고강도콘크리트 구조물(초고층 건축물)의 화재안전기술”, 대우건설기술연구원.
- 국토해양부, 2010. 3. 16, 『제4차 국가공간정보정책기본계획(2010~2015)』.
- 권영진, 2008, “고강도 콘크리트의 폭렬대책공법에 대한 국내외 현황과 성능적 구조내화설계를 위한 과제”, 한국콘크리트학회 2008년도 추계 학술발표회 제20권 2호.
- 권영진·이재영, 2008.6.30, “고강도콘크리트의 폭렬 메커니즘과 성능적 구조내화설계(PBD)의 동향”, 방재연구 제10권제2호 통권 38호, pp.43-56.
- 김언용·주성일·전한중, 2008. 10. 24, “위치정보기반 디지털 건축정보 모델링”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 : 계획계 제28권 제1호.
- 김영돈, 2007. 1, “초고층 건물의 방재설비”, 설비·공조·냉동·위생(한국설비기술협회지) 제24권 제1호 통권268호, pp.79-86.
- 김운형, 2003. 9, “초고층 건물의 화재안전”, 방재연구 제5권 3호, pp.11-20.
- 김정진, 2009. 8, “초고강도 콘크리트 내화성능 확보 기술”, 롯데건설 기술연구원.
- 문찬승·송용수·이기준, 2009, “GoogleEarth상 실내 공간 구현 및 실내 이동객체 실시간 가시화”, 한국GIS학회 2009년도 춘계학술대회.
- 박승민, 2005. 8, “대규모 건축물의 방재계획과 소방시설”, 설비·공조·냉동·위생(한국설비기술협회지) 제22권 제8호, pp.44-55.
- 백대현·한민철·한천구, 2008. 11. 1, “초고층 건축공사 고강도 콘크리트 골조의 내화 및 폭렬 방지성능 중요도 선정”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집.

- 백민호, 2007, “초고층 건물의 성능위주 소방 설계방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회, 2007년도춘계학술발표회, pp.101-106.
- 백민호, 2008. 6, “초고층 건물의 방재 안전 현황과 대책”, 한국행정학회, 2008 한국행정학회 하계학술대회 발표논문집(3), pp.215-237.
- 서울시정개발연구원, 2008. 11. 17, 「재난 제로, 서울을 위한 방재전략」.
- 서울시정개발연구원, 2009, 「다중이용업소 피난대책 향상 및 집중관리지역 구역화 방안」.
- 서울시정개발연구원, 2009, 「도시재난 감소를 위한 재난위험도평가 방안」.
- 서울특별시 소방재난본부의 내부행정자료, 2009.
- _____, 2000. 11, “페트로나스트윈타워(Petronas Twin Towers)의 화재관리 및 안전시스템”, 「월간 빌딩문화」, pp.94-99.
- _____, 2007. 8, 「KBC-S 고강도 콘크리트 구조내화설계 지침서(안)」, 대한건축학회.
- _____, 2009, “4핵심 2세부 : 실내 공간 정보 구축 및 활용 기술 개발(과제 개요 및 진행 상황)”, 지능형국토정보기술혁신사업단.
- _____, 2009. 6, 「실내공간 활용시스템 개발(Indoor Geo-Portal) 3차년도 연구 보고서」, 지능형국토정보기술혁신사업단 4핵심 2세부.
- 소방방재신문, 2009. 3. 10, 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 제정 토론회.
- 소방방재청, 2009.3, 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리 개선대책.
- 손봉세, 2003. 9, “초고층 건물의 소방 안전계획”, 「방재연구」 제5권 3호, pp.4-10.
- 손봉세 · 이용재, 2004. 5, “초고층 건물의 화재 시 방재 · 피난계획”, 한국초고층건축포럼.

- 손봉세, 2006. 4, “초고층건축물 소방방재시스템의 기본계획”, 『대한건축학회지』 제 50권 제4호 통권323호, pp.24-28.
- 송두삼·박동률, 2008.11, “고층건물의 연돌효과에 대한 개요 및 대책방안”, 『설비저널』 제37권 제11호, pp.4-13.
- 안재권, 2007, “초고층 건축물의 내화설계 및 화재안전 대책”.
- 여명석·김지혜, 2008. 2, “초고층 건물에서 연돌효과로 인한 문제점과 해결방안”, 『설비·공조·냉동·위생(한국설비기술협회지)』, 제25권 제2호, pp.43-54.
- 여명석, 2008. 3. 28, “초고층 빌딩의 연돌현상 대책”, 한국퍼실리티매니지먼트학회(KFMA) 2008년 3월 월례회.
- 여용주, 2008, “안전한 피난로 확보를 위한 초고층 건물의 연기제어”, 한국화재소방학회, pp.31-37.
- 유정연, 송규동, 조동우, 2009, “초고층 복합건축물 엘리베이터에서의 연돌현상 저감방안 평가”, 설비공학논문집 제21권 제2호, pp.118~125.
- 유홍선·이성혁·김남일, 2009. 11, “초고층 건축물 제연 시스템 개발”, 『설비저널』 제38권 제11호, pp.34-41.
- 이세현·김대회·최동호, 2008. 9, “고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준 해설”, 『콘크리트학회지』 제20권 제5호, pp.22-25.
- 조재훈, 2002.7, “고층건물에서의 연돌효과에 관한 연구”, 『대한건축학회지』 제18권 제7호 통권 제165호, pp.169-176.
- 채창훈, 2009. 12. 9, “초고층 건축물 성능위주 소방시설 설계사례”, 『설비·공조·냉동·위생(한국설비기술협회지)』 제26권 제12호, pp.48-60.
- 최금란·이수경 외 6인, 2009. 2, 『화재시뮬레이션실무 입문과정』, 서울산업대학교 에너지기술인력양성센터.

- 최만철 · 이동형, 2009. 12, “초고층 건축물 소방안전관리의 문제점과 개선방안”, 산업경영시스템학회지 pp.113-123
- 최재필 외, 2005. 11, “초고층 건축물의 ‘대피층’ 및 ‘대피공간’ 개념도입방안”, 『대한건축학회지』 제21권 제11호 통권 제205호, pp.147-154.
- 황현수, 2009, “복합 초고층 빌딩 소방시설 설계사례-잠실 L빌딩의 설계사례를 중심으로”, 한국설비기술협회, pp.39-47.
- _____, 1997, 中華人民共和國 國家標準-高層民用建築設計防火規範 GB, 50045-95.
- Egan. M., 1986, “Concept in building fire safety”, Melbourne : Krieger Publishing Co.
- Lo. S, Fang. Z., & Chen. D., 2001, “Use of modified network model for analysing evacuation patterns in high-rise building”, *Journal of Architectural Engineering*, pp.21-29.
- _____, 2000, “NFPA 101 Life Safety Code”, National Fire Protection Association.
- NFSC(국가화재안전기준)
- Pauls. J., 1998, “Egress time criteria related to design rules in codes and standards”, safety in built environment, London : E&FN Spon, pp.18-29.
- _____, SFPE, 2002, 미국소방기술사회 핸드북.
- _____, SFPE, 2005, *Principles of Smoke Management(Sofa with polyurethane foam padding)*.
- _____, 2007, *Fire Dynamics Simulator(Version 5) User's Guide*, NIST Special Publication 1019-5.

- _____, 2008. 1, *Pyrosim Example Guide*, Thunderhead Engineering.
- _____, 2008. 8. 20(source : Albert et al. 2003), *OpenGIS City Geography Markup Language(City GML) Encoding Standard*, Open Geospatial Consortium Inc.
- <http://www.mltm.go.kr/>
- <http://www.burjdubaisamsung.co.kr>
- <http://blog.naver.com/dantesj/100018367622>

부
록

- 부록 1. 초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에
관한 특별법안
- 부록 2. 서울특별시 초고층 건축물 가이드라인(2009.8)
- 부록 3. 국내 초고층 건축물 현황(50층 이상, 소방방재청,
2009)
- 부록 4. 서울시 고층건축물 현황(31층 이상, 서울특별시
소방재난본부, 2009)
- 부록 5. 60층 건축물의 피난시뮬레이션 세부 분석 내용
- 부록 6. 99층 건축물의 피난시뮬레이션 세부 분석 내용
- 부록 7. 60층 및 99층의 거주한계시간과 최종 피난완료시간
- 부록 8. 특정소방대상물
- 부록 9. 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는
소방시설 등
- 부록 10. 페트로나스트윈타워(pertronas Twin Towers)
의 화재관리 및 안전시스템
- 부록 11. 고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준
- 부록 12. 내화구조의 성능기준

초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안
(유정현의원 대표발의)

의안 번호	4323
----------	------

발의연월일 : 2009. 3. 31.

발 의 자 : 유정현·이운성·원유철
 이애주·김소남·김태원
 조원진·권선택·정갑운
 고승덕·장제원·김성태
 원희목·허범도·임두성
 김정훈·김희철·이운석
 이명수·유기준·허 천
 이범래·진성호·김무성
 의원(24인)

제안이유

○전 세계적으로 급속하게 증가하는 인구를 수용하기 위해 건축물이 고층화·다양화·복합화를 가져왔으며, 국토면적이 제한된 우리나라의 경우도 초고층건축물을 비롯한 지하연계 복합건축물이 필연적으로 증가할 수밖에 없는 실정임.

- 거대하고 복잡한 건축물의 구조를 가진 초고층 및 지하연계 복합건축물은 그 자체 의미만으로도 그 지역 문화·환경 속에 차지하는 비중이 지대하나, 수많은 유동인구와 상주인구로 인한 교통, 환경, 안전 등의 많은 문제점이 대두되고 있음.

○그러나 현행 제도에서는 초고층 및 지하연계 복합건축물에 대한 별도의 정의조차도 없으며, 이들 건축물의 안전관리를 각 개별법으로 관리하고 있어 개별법 틈새에 따른 안전사고지대가 발생하는 등 통합적 재난관리시스템 부재로 화재, 폭발, 테러 등 각종 재난발생 시 대규모 재난으로 확산될 우려가 매우 큼.

- 특히, 이들 건축물의 경우 재난관리가 각 시설물에 따라 별도의 관리주체별로 관리되는 경우가 많아 재난이 발생할 경우, 해당 건축물은 물론 주변지역까지 광범위한 재난에 노출될 수밖에 없음.

○이러한 문제를 해결하기 위해서는 설계단계에서부터 재난영향성을 검토하고, 관리주체의 일상적인 재난관리 운영계획 수립 및 시행, 이용자에 대한 재난예방 교육·홍보·훈련과 이에 필요한 인적, 물적, 장비 구축 등의 종합적인 재난방재시스템을 구축하는 제도가 절실히 필요함.

○따라서, 재난관리 강화를 주요내용으로 하는 재난예방 및 피해경감을 위한 개선대책을 마련하여, 초고층 및 지하연계 복합건축물과 그 주변지역 재난관리의 효율성을 도모하고, 종합적인 재난관리 체계 구축 및 대응체계 강화를 위한 법적 근거를 마련하려는 것임.

주요내용

- 가. 이 법은 초고층 및 지하연계 복합건축물과 그 주변지역의 재난관리를 위해 재난의 예방·대비·대응 및 지원 등에 필요한 사항을 정하여 재난관리체제를 확립함으로써 국민의 생명, 신체, 재산을 보호하고 공공의 안전에 이바지함을 목적으로 함(안 제1조).
- 나. 초고층 등 건축물 인·허가 전에 시·도 재난안전대책본부장은 화재, 폭발, 테러 등 각종 재난에 대한 사전재난영향성을 검토·협의하여야 함(안 제6조).
- 다. 관리주체는 초고층 등 건축물에 대한 효율적인 재난관리를 위해 재난예방 및 피해경감 대책을 수립·시행하여야 함(안 제9조).
- 라. 관계지역 안에 초고층 등 건축물의 관리주체가 2 이상인 경우 재난 및 안전관리협의회를 구성·운영하여야 하며, 관리자 주도의 통합안전점검 시행을 요청할 수 있음(안 제11조 및 제12조).
- 마. 시설물 관리자 및 종사자에 대한 재난관리 교육·훈련 및 홍보를 주기적으로 실시하여야 함(안 제13조 및 제14조).
- 바. 총괄재난관리자 지정 및 관계지역 안의 재난관리 업무 협의·조정을 위해 대표총괄관리자를 선임하여야 함(안 제15조).
- 사. 통합적 재난관리를 위하여 종합방재실의 설치·운영 및 재난관리종합시스템을 구축하고, 유해·위험물질에 대한 관리시스템을 정비하여야 함(안 제16조 및 제17조, 제19조).
- 아. 재난발생 시 안전하게 대피할 수 있는 피난안전구역을 설치하여야 하고, 재난관련 시설·설비 등을 강화하여 적용할 수 있음(제18조 및 제20조).
- 자. 시·군·구본부장은 재난발생 시 피해를 줄이기 위하여 재난 대응 및 지원체계를 구축·운영하여야 함(안 제22조).
- 차. 관리자는 재난에 관한 정보를 관계지역에 신속하게 전파·공유하고, 재난발생 시 신속한 대피를 할 수 있도록 피난을 유도하여야 함(안 제24조 및 제25조).
- 카. 국가 및 지방자치단체는 초고층 등 건축물의 재난예방 및 피해경감에 대한 조사, 연구 및 기술개발을 하여야 함(안 제29조).

초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법안

제1장 총 칙

제1조(목적) 이 법은 초고층 및 지하연계 복합건축물과 그 주변지역의 재난관리를 위해 재난의 예방·대비·대응 및 지원 등에 필요한 사항을 정하여 재난관리체제를 확립함으로써 국민의 생명, 신체, 재산을 보호하고 공공의 안전에 이바지함을 목적으로 한다.

제2조(정의)

- ① 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.
1. “초고층 건축물”이라 함은 층수가 50층 이상 또는 높이가 200미터 이상의 건축물을 말한다.
 2. “지하연계 복합건축물”이라 함은 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 것을 말한다.
 - 가. 층수가 11층 이상이거나 1일 수용인원이 5천명 이상인 건축물로서 지하역사, 지하보도 또는 지하상가와 연결되어 있어 함께 재난관리가 필요한 건축물과 시설물
 - 나. 건축물 안에 「유통산업발전법」 제2조제3호에 따른 대규모 점포, 「건축법」 제2조제2항제5호에 따른 문화 및 집회시설, 「건축법」 제2조제2항제15호에 따른 숙박시설 및 「관광진흥법」 제3조제1항제6호에 따른 유원시설에 해당하는 용도의 시설이 1 이상 있을 것. 이 경우 각 용도에 속하는 시설의 세부용도는 대통령령으로 정한다.
 3. “관계지역”이라 함은 초고층 및 지하연계 복합건축물(이하 “초고층 등 건축물”이라 한다)과 그 주변지역을 포함하여 재난의 예방·대비·대응 및 수습 등의 활동에 필요한 지역으로 대통령령으로 정하는 지역을 말한다.
 4. “관리주체”라 함은 초고층 등 건축물의 소유자 또는 관리자(초고층 등 건축물의 소유자와의 관리계약 등에 의하여 관리책임을 진 자를 포함한다)를 말한다.
 5. “관계인”이라 함은 당해 초고층 등 건축물의 소유자·관리자 또는 점유자를 말한다.
 6. “총괄재난관리자”라 함은 당해 초고층 등 건축물의 재난 및 안전관리 업무를 총괄하는 자를 말한다.
 7. “유해·위험물질”이라 함은 유독물·독성가스·기연성가스·위험물 등 사람에게 유해하거나 화재 또는 폭발의 위험성이 있는 물질로서 그 종류 및 범위는 대통령령으로 정한다.
- ② 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 제1항에서 규정하는 것을 제외하고는 「재난 및 안전관리 기본법」·「건축법」·「소방기본법」·「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」·「시설물 안전관리에 관한 특별법」 등이 정하는 바에 따른다.

제3조(적용대상) 이 법의 적용대상이 되는 초고층 등 건축물은 다음 각 호와 같다.

1. 제2조제1항제1호의 초고층 건축물
 2. 제2조제1항제2호의 지하연계 복합건축물
 3. 그 밖의 제1호 및 제2호에 준하여 재난관리가 필요한 것으로 대통령령으로 정하는 시설물
- 제4조(책무)

- ① 국가 및 지방자치단체는 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위하여 초고층 등 건축물의 재난 및 안전관리에 필요한 시책을 강구하여야 한다.
 - ② 초고층 등 건축물의 관리주체는 재난예방 및 피해경감을 위하여 노력하여야 하며, 국가 및 지방자치단체가 실시하는 초고층 등 건축물의 재난 및 안전관리에 관한 시책에 협조하여야 한다.
- 제5조(다른 법률과의 관계 등) 이 법은 초고층 등 건축물의 재난 및 안전관리에 관하여 다른 법률에 우선하여 적용한다.

제2장 예방 및 대비

제6조(사전재난영향성검토협의)

- ① 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 한다) 또는 시장·군수·구청장은 제3조에 따른 초고층 등 건축물의 설치에 대한 허가·승인·인가·협의·계획수립 등 (이하 “허가 등”이라 한다) 전에 「재난 및 안전관리 기본법」에 의한 시·도 재난안전대책본부장(이하 “시·도본부장”이라 한다)과 재난영향성의 검토에 관하여 사전협의(이하 “사전재난영향성검토협의”라 한다)를 하여야 한다. 이 경우 사전재난영향성검토협의 시기 및 방법 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ② 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 사전재난영향성검토협의를 하고자 하는 경우에는 대통령령으로 정하는 필요한 서류를 갖추어 협의를 요청하여야 한다.
- ③ 시·도본부장은 시·도지사 또는 시장·군수·구청장으로부터 제1항에 따른 사전재난영향성검토협의를 요청받은 때에는 대통령령이 정하는 바에 따라 시·도지사 또는 시장·군수·구청장에게 검토 의견을 통보하여야 한다. 이 경우 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 그 의견이 반영되었는지 확인하여야 한다.
- ④ 관리주체는 사용 중인 초고층 등 건축물에서 대통령령으로 정하는 용도로 변경을 하거나 수용인원이 증가하는 경우에 제7조제1항제3호 내지 제7호에 대해 사전재난영향성검토협의를 받아야 하며, 이를 설계에 반영하여야 한다.
- ⑤ 시·도본부장은 사전재난영향성검토협의 요청 시 전문적인 검토를 위하여 전문가 등으로 구성된 위원회 등을 구성·운영할 수 있고, 위원회의 구성·운영에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
- ⑥ 제5항에 따른 위원회의 전문적인 검토를 받은 때에는 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」제7조에 따른 건축허가 등의 동의를 받은 것으로 본다.

제7조(사전재난영향성검토협의 내용)

① 제6조에 따른 사전재난영향성검토협의의 내용은 다음 각 호와 같다.

1. 종합방재실 설치 및 재난관리종합시스템 구축 계획
2. 내진설계 및 계축설비 설치계획
3. 공간 구조 및 배치계획
4. 소방설비·방화구획 및 피난안전구역 설치계획
5. 방·배연 및 제연계획, 발화 및 연소확대 방지계획
6. 피난시설 및 피난유도계획
7. 전기·가스·기계·위험물 등 다른 법령에 의한 안전관리계획
8. 건축물의 기본현황 및 이용계획
9. 그 밖의 대통령령으로 정하는 필요한 사항

③ 제1항에 따라 재난예방 및 피해경감대책을 수립한 때에는 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제4조의 시설물 안전 및 유지관리계획서, 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제20조의 소방계획서, 「자연재해대책법」 제37조의 태풍·지진·해일 등 비상대처계획을 작성한 것으로 본다.

④ 재난예방 및 피해경감대책의 수립·시행에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제10조(재난예방 및 피해경감계획서의 제출 등)

- ① 관리주체는 매년 재난예방 및 피해경감계획서를 작성하여 시·군·구본부장과 건축물 소재지를 관할하는 소방서장 등에게 제출하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 재난예방 및 피해경감계획서를 제출받은 시·군·구본부장은 그 제출 현황을 관할 시·도 본부장에게 보고하여야 한다.
- ③ 제2항에 따라 재난예방 및 피해경감계획서를 제출받은 시·도 본부장은 그 현황을 소방방재청장에게 보고하여야 한다.
- ④ 시·도 본부장 또는 시·군·구본부장은 관리주체가 수립한 재난예방 및 피해경감계획서의 이행 여부를 연 1회 이상 확인하여야 한다.
- ⑤ 제1항에 따른 재난예방 및 피해경감계획서의 수립시기·대상·내용 등에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제11조(재난 및 안전관리협의회의 구성·운영)

- ① 관계지역 안에 초고층 등 건축물의 관리주체가 2 이상인 경우 재난 및 안전관리협의회(이하 “협의회”라 한다)를 구성·운영 하여야 한다.
- ② 협의회는 다음 각 호의 사항을 협의·조정한다.
 1. 공동방화관리, 재난관리종합시스템 구축 등 안전 및 재난관리에 관한 사항
 2. 관계지역 대표포괄재난관리자 선·해임에 관한 사항
 3. 재난예방 및 피해경감계획의 수립·시행에 관한 사항
 4. 재난발생 시 유관기관과 협조에 관한 사항
 5. 재난 및 테러 등 대비 교육·훈련, 재난예방 홍보에 관한 사항
 6. 초고층 등 건축물의 재난관리를 위하여 시·군·구청장이 협의를 요청한 사항

7. 재난 및 안전관리를 위한 각종 실무자협의회 운영
 8. 그 밖의 협의회에서 필요하다고 인정한 사항
- ③ 제2항제3호에 따라 협의회에서 재난예방 및 피해경감계획서를 제출한 때에는 제10조제1항에 따른 관리주체가 재난예방 및 피해경감계획서를 제출한 것으로 본다.
- ④ 협의회 구성·운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제12조(통합안전점검의 실시)

- ① 초고층 등 건축물의 관리주체는 다음 각 호의 안전점검을 포함하는 통합안전점검 계획을 수립하여 시·도본부장에게 시행을 요청할 수 있다.
1. 「시설물 안전관리에 관한 특별법」 제6조에 의한 안전점검
 2. 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제4조에 의한 소방검사
 3. 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제13조에 의한 다중이용업주의 안전시설 등에 대한 정기점검
 4. 「주택법」 제50조에 의한 안전점검
 5. 「고압가스안전관리법」 제16조의2에 의한 정기검사 및 수시검사
 6. 「도시가스사업법」 제17조에 의한 정기검사 및 수시검사
 7. 「전기사업법」 제65조에 의한 정기검사와 동법 제66조의2에 의한 다중이용하는 시설 등의 전기안전점검
- ② 시·도본부장은 관리주체로부터 제1항에 따라 통합안전점검 시행 요청이 있는 경우 관계기관과 협의·조정을 거쳐 관리주체에 통보하여야 한다. 이 경우 관계기관은 특별한 사유가 없는 한 통합안전점검에 응하여야 한다.
- ③ 통합안전점검의 범위, 실시방법 등 그 밖의 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제13조(교육 및 훈련)

- ① 초고층 등 건축물의 관리주체는 재난 및 대테러 등에 대한 교육·훈련(입점자의 피난유도와 이용자의 대피훈련을 포함한다)을 실시하여야 한다.
- ② 소방방재청장, 시·도지사, 시장·군수·구청장은 제1항에 따른 교육·훈련에 대하여 지도·감독을 할 수 있다. 이 경우 방법·테러 등의 교육·훈련에 관하여 필요한 경우에는 관계기관의 장에게 협조를 요청할 수 있다.
- ③ 제1항에 따른 교육·훈련의 종류, 횟수, 방법, 범위 등 그 밖에 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제14조(재난예방 홍보 등) 초고층 등 건축물의 관리주체는 그 장소의 상시근무자, 거주자 및 이용자에 대한 재난예방 및 피난유도를 위한 홍보계획을 수립·시행하여야 한다.

제15조(총괄재난관리자의 지정 등)

- ① 초고층 등 건축물의 관리주체는 다음 각 호의 업무를 총괄·관리하기 위하여 총괄재난관리자를 두어야 한다.
1. 재난 및 안전관리 계획의 수립에 관한 사항

2. 제9조에 따른 재난예방 및 피해경감계획의 수립·시행에 관한 사항
 3. 제12조에 따른 통합안전점검 실시에 관한 사항
 4. 제13조에 따른 교육 및 훈련에 관한 사항
 5. 제14조에 따른 재난예방 홍보에 관한 사항
 6. 제16조에 따른 종합방재실의 설치·운영에 관한 사항
 7. 제17조에 따른 재난관리종합시스템의 구축·운영에 관한 사항
 8. 제18조에 따른 피난안전구역 설치·운영에 관한 사항
 9. 제19조에 따른 유해·위험물질의 관리 등에 관한 사항
 10. 제23조에 따른 긴급출동대 구성·운영에 관한 사항
 11. 제25조에 따른 대피 및 피난유도에 관한 사항
 12. 그 밖에 재난 및 안전관리에 관한 사항으로서 행정안전부령이 정한 사항
- ② 총괄재난관리자는 당해 초고층 등 건축물의 시설·전기·가스·방화 등의 재난·안전관리 업무 종사자에 대하여 지휘·감독을 한다.
- ③ 제11조제2항제2호에 따라 선임된 대표총괄재난관리자는 관계지역 안의 각 관리주체별 총괄재난관리자를 대표하며, 관계지역 안의 재난관리 업무 등을 협의·조정한다.
- ④ 총괄재난관리자 또는 대표총괄관리자의 자격, 교육, 등록 등 그 밖에 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제16조(종합방재실의 설치·운영)

- ① 관리주체는 초고층 등 건축물의 방범·보안·테러·안전관리 등을 포함한 통합적 재난관리를 효율적으로 관리하기 위하여 종합방재실을 설치·운영하여야 한다.
- ② 제11조에 따른 협의회에서는 각 관리주체가 설치·운영하는 종합방재실 간 재난 및 안전정보 등을 공유할 수 있는 정보망을 구축해야 하며, 유사 시 서로 긴급연락이 가능한 경보 및 통신설비를 설치하여야 한다.
- ③ 종합방재실의 설치기준 등 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제17조(재난관리종합시스템의 구축)

- ① 관리주체는 관계지역 안에서 재난의 신속한 대응 및 재난정보 공유·전파를 위한 재난관리종합시스템을 종합방재실에 구축·운영하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 재난관리종합시스템의 구축 시 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 1. 재난대응시스템
 - 가. 재난상황 감지 및 전파시스템
 - 나. 방재의사결정 지원 및 재난 유형별 대응시스템
 - 다. 피난유도 및 상호응원시스템
 2. 재난·테러 및 안전 정보관리시스템
 - 가. 취약지역 안전점검 및 순찰정보 관리
 - 나. 유해·위험물질 반·출입 관리
 - 다. 소방시설·설비 및 방화관리 정보

라. 방법·보안 및 테러대비 시설관리

3. 그 밖에 관리주체가 필요로 하는 사항

제18조(피난안전구역 설치)

- ① 초고층 등 건축물에는 재난발생 시 상시근무자, 거주자 및 이용자가 대피할 수 있는 피난안전구역을 설치하여야 한다.
- ② 피난안전구역의 설치기준 및 규모는 대통령령으로 정한다.

제19조(유해·위험물질의 관리 등)

- ① 관리주체는 초고층 등 건축물의 유해·위험물질 반출·입 관리를 위한 위치정보 등 데이터베이스를 구축·운영하여야 한다.
- ② 관리주체는 유해·위험물질의 방지 등으로 재난발생이 우려될 경우에는 즉시 제거하거나 반출을 명할 수 있다. 또한 유해·위험물질을 이용한 테러 등이 예상될 경우 차량 등에 대한 출입 제한을 할 수 있다.
- ③ 관리주체는 지하공간에서 화기를 취급하는 시설이 있을 때에는 유해·위험물질의 누출을 감지하고 자동경보를 할 수 있는 설비 등을 설치하여야 한다.
- ④ 유해·위험물질의 관리 등에 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제20조(안전기준의 강화) 초고층 등 건축물의 재난예방 및 피해경감을 위해 대통령령이 정하는 재난관련 시설·설비 등은 「건축법」 제35조 및 「소방시설공사업법」 제11조에 따른 기준보다 강화하여 적용할 수 있다. 이 경우 제6조제5항에 따라 전문가 등으로 구성된 위원회의 심의를 받아야 한다.

제21조(설계도서의 비치 등) 관리주체는 제16조에 따른 종합방재실에 재난예방 및 대응을 위하여 행정안전부령이 정하는 설계도서를 비치하여야 하며, 관계기관이 열람을 요구할 때에는 이에 응하여야 한다.

제3장 재난대응 및 지원

제22조(재난대응 및 지원체계의 구축)

- ① 시·군·구본부장은 재난발생 시 피해를 줄이기 위하여 초고층 등 건축물에 대한 응급구조·구호, 화재진압, 수습·대응 및 지원체계(이하 “재난대응 및 지원체계”라 한다)를 구축·운영하여야 한다.
- ② 재난대응 및 지원체계의 구축·운영 등에 대하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제23조(긴급출동대)

- ① 관리주체는 신속한 초기 대응을 위하여 긴급출동대를 구성·운영하여야 한다.
- ② 긴급출동대의 구성·운영, 교육·훈련 및 장비 등에 관하여 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

제24조(재난정보의 공유 및 전파) 관리주체는 초고층 등 건축물의 재난에 관한 정보를 관계지역 안의 상시근무자, 거주자 및 이용자에게 신속하게 전파 및 공유하여야 한다.

제25조(대피 및 피난유도)

- ① 대표총괄관리자 및 총괄관리자는 「재난 및 안전관리 기본법」 제40조에 따른 대피명령 이전에 현장상황이 긴급하다고 판단될 때에는 상시근무자, 거주자 및 이용자에 대한 대피조치를 할 수 있고, 입점자 및 안전요원으로 하여금 피난종료 시까지 피난유도를 하여야 한다.
- ② 제1항에 따라 대피조치 및 피난유도를 받은 자는 즉시 이에 응하여야 한다.
- ③ 관리주체는 초고층 등 건축물의 상시근무자, 거주자 및 이용자가 신속한 위치정보를 파악하여 대피할 수 있도록 위치정보알림판, 피난유도 안내도 및 영상물 등을 제공하여야 한다.

제4장 보칙

제26조(관계지역의 출입 등)

- ① 소방방재청장, 시·도지사 또는 시·군·구청장은 재난관리 및 안전점검 등을 위하여 초고층 등 건축물에 출입하고자 할 때에는 24시간 전에 이를 관계인에게 알릴야 한다. 다만 출입하고자 하는 장소가 공개근무시간이거나 재난발생 우려가 뚜렷하여 긴급하다고 판단될 때에는 그러하지 아니하다.
- ② 제1항에 따른 출입·점검업무를 수행하는 관계공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 관계인에게 내보여야 한다.
- ③ 제1항에 따라 출입·점검업무를 수행하는 관계공무원은 관계인의 정당한 업무를 방해하거나, 출입·점검업무를 수행하면서 알게 된 비밀을 다른 자에게 누설하여서는 아니 된다.

제27조(권한의 위임 및 위탁) 시·도본부장은 이 법에 의한 권한의 일부를 시·도소방본부장 또는 소방서장에게 위임할 수 있다.

제28조(보고·검사 등)

- ① 시·군·구본부장은 초고층 등 건축물의 재난관리를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 초고층 등 건축물의 관계인, 시공 및 시행자 등에 대하여 당해 시설의 재난 및 안전관리에 대한 자료의 제출을 명하거나 보고하게 할 수 있다.
- ② 시·군·구본부장은 제1항에 따른 제출 자료에 대한 검토결과 현장조사의 필요성이 인정되는 때에는 관계 공무원으로 하여금 관계지역에 출입하여 현장조사를 하게 할 수 있다.
- ③ 제2항에 따라 관계지역의 출입 시에는 제26조의 규정을 준용한다.

제29조(재난예방 및 피해경감에 대한 연구·기술개발)

- ① 국가 및 지방자치단체는 초고층 등 건축물의 재난예방 및 피해경감을 위한 조사, 연구 및 기술개발을 하여야 한다.
- ② 국가 및 지방자치단체는 초고층 등 건축물의 재난예방대책을 연구하고 피해를 경감하기 위하여 필요한 경우 관리주체에게 재난 및 안전관리 자료의 제공을 요구하는 등의 협조를 요청할 수 있다. 이 경우 관리주체는 특별한 사유가 없는 한 요청에 따라야 한다.

제5장 벌칙

제30조(벌칙) 제26조제3항을 위반하여 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 점검업무를 수행하면서 알게 된 비밀을 누설한 자는 300만원 이하의 벌금에 처한다.

제31조(벌칙) 다음 각 호의 1에 해당하는 자는 100만원 이하의 벌금에 처한다.

1. 제6조제2항을 위반하여 검토협의서를 제출하지 아니하거나 허위로 제출한 자
2. 제28조제1항을 위반하여 보고 또는 자료제출을 하지 아니하거나 거짓으로 보고 또는 자료제출을 한 자 또는 정당한 사유 없이 관계공무원의 출입 또는 조사·점검업무를 거부·방해 또는 기피한 자

제32조(과태료) 다음 각 호의 1에 해당하는 자는 500만원 이하의 과태료에 처한다.

1. 제9조제1항을 위반하여 재난예방 및 피해경감대책을 수립 또는 시행하지 아니한 자
2. 제13조제1항을 위반하여 교육 및 훈련에 대한 종합계획을 수립하지 아니하거나 계획에 따른 교육 및 훈련을 실시하지 아니한 자
3. 제15조제1항을 위반하여 총괄재난관리자를 지정하지 아니한 자
4. 제16조제1항을 위반하여 종합방재실을 설치 또는 운영하지 아니한 자

제33조(과태료의 부과·징수) 법 제32조에 따른 과태료 부과·징수 등에 관한 사항은 「질서위반행위규제법」을 따른다.

부 칙

제1조(시행일) 이 법은 공포한 후 1년이 경과한 날부터 시행한다.

제2조(재난예방 및 피해경감대책 수립에 따른 경과조치) 제9조제1항 및 제10조제1항에 따라 현재 사용 중인 초고층 등 건축물은 이 법의 시행일로부터 6월 이내에 재난예방 및 피해경감대책을 수립·시행하여야 한다.

제3조(종합방재실 설치에 관한 경과조치) 제16조제1항에 따른 종합방재실 설치하는 이 법의 시행일로부터 1년 이내에 설치·운영하여야 한다.

제4조(재난관리종합시스템 구축에 관한 경과조치) 제17조제1항에 따른 재난관리종합시스템은 이 법의 시행일로부터 1년 이내에 구축·운영하여야 한다.

제5조(유해·위험물질의 관리를 위한 데이터베이스 구축·운영에 관한 경과조치) 제19조제1항에 따른 유해·위험물질의 반출·입 관리를 위한 데이터베이스 구축은 이 법의 시행일로부터 1년 이내에 구축·운영하여야 한다.

서울특별시 초고층 건축물 가이드라인(2009. 8)

제1조(적용대상)

「서울시 건축조례」 제6조 규정에 의한 서울특별시 건축위원회 심의를 받는 50층 이상 또는 높이(옥탑·장식탑 등 포함)가 200m 이상인 건축물(이하 “초고층 건축물”이라 함)에 한하여 적용한다

제2조(경관계획)

자연환경 및 도시환경과 조화롭게 계획될 수 있도록 경관시뮬레이션을 실시하고 그에 대한 자료를 제시하여야 한다.

제3조(공공환경디자인계획서)

외부 공간 및 건축물 저층부 등에 시민들이 편리하게 이용할 수 있는 공공 공간에 대한 “공공환경디자인계획서”를 제출하여야 한다

가. 공공기여 항목, 취지, 목적, 효과, 특이사항 등

나. 개방되는 공간의 위치, 면적, 마감방법, 개방시간 등

제4조(일조 등)

건축물로 인한 주변 일조 피해 등에 대한 조사 및 대책을 수립하여야 한다.

제5조(전망층)

건축물 고층부에는 방문객이 이용할 수 있는 전망층을 설치하여야 한다. 다만 건축위원회 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다

가. 조망이 양호한 지역내 최상위 1~2개 층 일반에 개방

나. 권장용도 : 레스토랑, 카페, 전망대, 미술관 등 문화시설(전시·기념물 판매, 관광안내 등)

제6조(교통개선 계획)

① 대중교통과 연계 등 교통량 증가를 억제할 수 있는 대책을 수립하여 제시하여야 한다

② 서비스 차량(이삿짐, 택배, 우편, 쓰레기 등)은 일반 차량과 혼재되지 않도록 직접 주변 도로에서 출입하도록 계획하여야 한다

제7조(방재대책)

① 건축물의 구조, 용도, 건축재료, 공간적 특성, 방재설비, 유지 관리, 방재계획 등에 대하여 충분히 검토된 종합 방재계획서를 제출하여야 한다.

② 일반건축물과 차별화된 초고층 건축물의 방재시스템 내용 및 시뮬레이션 결과 등이 포함되어야 한다

③ 건축물 내 모든 부분에서 임의로 선택한 2방향 이상의 피난 경로를 확보하여야 한다.

제8조(피난안전구역)

피난 안전구역을 설치하는 층 및 개소 수는 방재 시뮬레이션 결과를 반영하여야 한다.

제9조(연돌효과)

연돌효과(굴뚝효과)의 저감방안에 대한 세부적인 계획을 제시하여야 한다

제10조(피난용 승강기)

- ① 「건축법」 제64조 규정에 의한 승강기 설치 계획과는 별도로 재난 등으로부터 신속하게 피난할 수 있는 “피난용 승강기”를 설치하여야 한다. 다만 건축위원회의 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다
- ② 피난용 승강기는 비상전원, 방수성능, 내화성능 확보, CCTV 설치, 양방향 통신 설비 등 시설을 갖추어야 한다.

제11조(소화설비)

수계 소화설비 성능확보를 위하여 다음 사항을 계획에 반영하여야 한다

- 가. 소화설비 배관의 Loop화 및 이중화
- 나. 소화설비 배관의 내진설계

제12조(내풍구조)

건축물에 대한 풍방향 및 풍직각 방향의 변위, 가속도, 풍하중, 비틀림, 진동, 공기력 불안정진동 등에 대한 풍동실험 및 풍환경실험 결과를 제출하여야 한다

제13조(내진구조)

건축물은 지진에 대한 내진력이 충분히 확보되도록 설계하여야 하며, 아울러 적용 기술(“내진”, “면진”, “제진”)의 적정여부에 대한 의견을 제시하여야 한다

제14조(신·재생에너지)

건축물 총에너지 사용량의 3% 이상을 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법」에 의한 신·재생에너지 설비로 생산하여야 한다. 다만 건축위원회의 심의를 거쳐 적용하지 아니할 수 있다

제15조(친환경에너지 공급)

BEMS(Building Energy Management System) 구축 등 지역적 특성 및 건물 에너지 절감을 고려한 전 생애주기 비용(LCC) 분석이 반영된 최적의 에너지 공급 계획서를 제출하여야 한다.

제16조(테러 예방 및 안전관리 계획)

건축물에 대한 “테러 예방 및 안전 관리 계획”은 별표1 기준을 고려하여야 한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 기준은 2009. 8. 1부터 시행한다

【별표 1】 테러예방 및 안전 관리계획 기준

1. 목적

불특정 다수가 이용하는 초고층 건축물을 대상으로 하는 테러 공격 및 테러에 준하는 반사회적 범죄의 범행 기회를 감소시키고, 테러 발생 시 심각한 인명피해를 최소화할 수 있는 시설설계 유도를 목적으로 한다.

2. 부지 경계 및 배치 계획

가. 부지 계획 시 자연지형을 이용 또는 성토 등을 통해 가급적 건축물의 부지를 주변지역보다 높게 조성하고, 특히 도로와 접한 면으로부터 이격거리를 충분히 확보하여 건축물을 배치하여야 한다.

나. 부지 경계로부터 건물 사이의 공간에는 클리어 존(Clear Zone)으로 계획하여 건축물 내부에서 시야를 방해하는 조경이나 물리적 장애물이 존재하지 않도록 하며, 동시에 폭발물 등의 은닉이 불가능하도록 계획한다.

다. 폭발물 적재 차량의 돌진과 충돌방지를 위해 건축물의 부지 주변에는 기초가 충분히 강화된 블라드나 플랜트 박스, 뿌리가 깊은 조경수 식재 등으로 연속적 장애물을 구축한다.

3. 차량 출입동선 및 주차계획

가. 차량폭발테러 등 차량을 이용한 범죄를 예방하기 위해 직원 및 서비스 차량과 방문객 차량 출입구를 분리 설치하며, 모든 차량 진입로 입구에는 진입 통제장치(진입차단봉 등)를 설치하여야 한다.

나. 차량 진입로의 수는 최소한으로 설치하고 차량 진입속도를 제한할 수 있도록 도로 선형을 L자, S자 형 등 곡선으로 설계하며 과속방지턱을 설치하여야 한다.

다. 주차시설은 가급적 직원과 방문객용을 분리하여 설치한다. 특히 방문객 주차장은 부지 사정이 허용하는 한 옥외 주차장으로 계획하도록 한다.

라. 지하주차장은 건축물의 외관선 바깥에 위치하는 것을 권장하며, 불가피할 경우 가급적 최소 면적만이 외곽선 안쪽에 위치하도록 계획한다. 또한 필로티 하부 등 구조적으로 취약한 부분에는 차량의 통행 및 주차를 금지시키는 것이 바람직하다.

4. 보행 동선 및 진출입 계획

가. 건축물로 진입하는 출입구 수는 최소한으로 계획하며, 주출입구 외에 지하철역, 지하주차장 등과 연결된 보행 동선은 반드시 경비·안전요원이 배치된 체크 포인트를 통과하여 건축물 내부로 이동하도록 동선을 계획한다.

- 나. 지하층 및 주차장과 연계된 승강기의 경우 경비·안전요원에 의해 진출입 통제가 가능한 층에서 환승하도록 계획한다.
 - 다. 승강기, 에스컬레이터, 계단 등 주요 수직 동선은 통제가 용이하도록 경비실과 인접하여 계획하고 전 층을 운행하는 승용승강기는 경비실에서 통제가 가능하도록 한다.
 - 라. 우편물 집수 및 분류실, 택배 접수창구, 하역실 등은 위험물질의 무단반입을 통제하기 위해 경비·안전요원이 확인 가능한 경비실 인근에 배치한다.
5. 건축물 형태 및 입면계획
- 가. 건축물 형태는 가급적 오목한 부분이나 오버행(돌출)이 발생하는 부분을 지향하며, 볼록하거나 상층부가 후퇴(set-back)하는 형태가 바람직하다.
 - 나. 저층부 외벽에 설치되는 창문은 가급적 크기와 수를 줄이는 것이 바람직하며, 저층부 로비 등에 설치되는 창문유리나 마감재 등은 비산 파편에 의한 인명피해를 최소화할 수 있도록 안전성에 대해 충분히 검토 후 선정할 것을 권장한다
6. 실내 공간 계획
- 가. 다중이 이용하는 공간 및 보안이 요구되는 주요 공간은 수직적, 수평적으로 분리배치하고 사이에 완충 공간 혹은 강화된 벽체나 슬라브를 배치한다. 특히, 전만층 등 개방공간은 별도의 출입통로를 마련하고 시설내로 진입 차단방안을 강구한다.
 - 나. 폭발 테러 시 인명피해가 커질 수 있는 공간(인명피해 지역) 또는 발화물질, 가연성 물질 등이 많은 공간(피해확산 지역)은 가급적 건물 외피와 인접하지 않도록 중앙부에 배치하고, 외피와의 사이에 완충 공간이나 강화된 벽체나 슬라브를 배치한다.
7. 보안관리 및 감시체계
- 가. 복합시설의 경우 시설내 경비, 순찰업체 간 안전책임구역을 명확히 구분하고 이를 설계에 반영하여야 한다.
 - 나. 불특정 다수의 이용객의 주요 출입동선에는 경비·안전요원의 배치 외에도 CCTV를 설치하여 관제실에서 모니터링할 수 있어야 한다.
 - 다. 실내 조경, 로비, 고객 대기 장소의 휴지통 등 위험물질을 은닉하기 용이한 장소가 발생하지 않도록 평면 계획하여야 하며, 부득이하게 발생할 경우 CCTV 등을 설치하여 항상 모니터링할 수 있는 시스템을 갖추어야 한다.
 - 라. 유사시 종합적인 대응이 가능하도록 방재실, 안전실 등 안전상황실은 통합하여 설치한다.
 - 마. 비상대피통로는 내부에서 외부로만 대피할 수 있도록 자동잠금장치를 설치한다. 단 화재 등 재난 시 양방향으로 대피할 수 있도록 하여야 한다.
8. 설비계획
- 가. 테러 발생 등 비상시 중요한 기계 전기 시스템(경보장치, 비상출구 표시등, 비상 커뮤니케이션 시스템, 배연설비, 비상승강기 등)의 작동이 유지되기 위해서는 비상전원이 확보되어야 하며, 기계실은 주차장, 하역 공간, 우편물 분류실 등의 폭발 위험공간과 가급적 이격하여 배치하고 전용통로로 이용할 수 있도록 계획하여야 한다.
 - 나. 주동력 변압기(transformer)는 외부인의 출입이 어려운 건축물 중앙부에 위치하는 것이 바람직하며, 건축물의 주동력 변압기를 분산 배치하여 폭발이 일어나도 동시에 피해를 입지 않도록 한다.
 - 다. 생화학 테러 공격에 대비, 공기흡입구는 접근 방지와 독가스, 유해가스 등의 유입방지를 위해 벽면과 같은 면에 지면으로부터 3m 이상 높이로 설치할 것을 권장한다.

부록3

국내 50층 이상 초고층 건축물 현황(소방방재청, 2009)

번호	지역	건물명	위치	주용도	층수	건축추진	피난공간설치
1	서울	63빌딩	영등포구 여의도동 60	업무시설	3/60	준공 (85.9.1)	설치(일부) 21·38층
2		무역회관	강남구 삼성동 195	업무시설	2/54	준공 (89.11.3)	미설치
3		타워팰리스 1차 A동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/59	준공 (02.10.23)	설치(일부) 15개층에 스카이가든
4		타워팰리스 1차 B동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/66	준공 (02.10.23)	설치(일부) 15개층에 스카이가든
5		타워팰리스 1차 C동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/59	준공 (02.10.23)	미설치
6		타워팰리스 3차 G동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/69	준공 (02.10.28)	미설치
7		타워팰리스 2차 E동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/55	준공 (03.3.28)	미설치
8		타워팰리스 2차 F동	강남구 도곡1동 467	주상복합	6/55	준공 (03.3.28)	미설치
9		목동현대하이퍼리온A	양천구 목동 255	주상복합	6/69	준공 (03.7.21)	설치(일부) 3개층 외간
10		목동현대하이퍼리온B	양천구 목동 255	주상복합	6/59	-	-
11		목동현대하이퍼리온C	양천구 목동 255	주상복합	6/54	-	-
12		아카데미 스위트	강남구 도곡2동	주상복합	6/51	준공 (04.11.15)	미설치
13		스타시티(A블록)복지동	광진구 자양동 222-7	공동주택	6/50	-	-
14		스타시티(B블록)A동	광진구 자양동 222-7	공동주택	3/58	준공 (06.10.31)	설치(일부)
15		스타시티(B블록)C동	광진구 자양동 222-7	공동주택	3/50	-	-
16	부산	더 센텀파크	해운대구 재송동	주상복합	5/60	공사 중 (04.12.1)	미설치
17		더 센텀파크	해운대구 재송동	주상복합	1/51	준공 (05.9.14)	미설치
18		더 센텀파크 2단지	해운대구 재송동	주상복합	2/50	준공 (05.9.14)	미설치
19		WBC THE PALACE	해운대구 우동 1523	주상복합	5/51	공사 중 (07.3.28)	설치(일부) 4개층
20		현대아파트	해운대구 우동 1408	주상복합	6/72	공사 중 (07.10.5)	설치(일부) 6개층
21		AID 아파트	해운대구 중동 1525	공동주택	5/53	공사 중 (07.10.19)	설치(일부) 6개층
22		미정	동구 범일5동	주상복합	6/59	허가동의 (07.11.5)	설치(일부) 14개층
23		두산위브제니스	해운대구 우동 1407	주상복합	5/80	공사 중 (07.11.13)	설치(일부) 6개층
24		WBC SOLOMON TOWER		주상복합	8/108	공사 중 (08.1.16)	설치(일부) 6개층
25		벽산 아스타	동래구 온천동 178-7	공동주택	5/52	준공 (08.2.4)	미설치

〈표 계속〉 국내 50층 이상 초고층 건축물 현황(소방방재청, 2009)

번호	지역	건물명	위치	주용도	층수	건축추진	피난공간설치
26	부산	미정	진구 범전동 338-39	주상복합	7/55	설계 중	설치(일부)
27		미정	동구 수정2동	주상복합	4/51	설계 중	설치(일부)
28		미정	동래구 온천동 1361	공동주택	7/72	설계 중	설치(전 층) 18·38·63 (공동시설)
29	대전	DVD ST 블럭호텔	유성구 용산동 579	숙박시설	1/50	허가동의 (07.9.4)	미설치
30		중동골든펠리TM	동구 중동 30-1	공동주택	4/51	허가동의 (07.10.2)	설치(일부) 35층 1개소
31		미정	중구 유천동 339-1	주상복합	4/55	허가동의 (08.1.4)	설치(일부) 4개동 1개소
32		금강풍림예술루타워	대덕구 석봉동 555	공동주택	1/50	허가동의 (08.4.4)	미설치
33	울산	아크로가사	중구 우정동 286-7	주상복합	7/56	허가동의 (07.7.18)	설치(일부) 35층 1개소
34		이안태화강엑소디움	중구 옥교동 82-1	주상복합	4/54	공사 중 (08.5.2)	설치(일부) 20층 1개소
35	대구	미정	수성구 범어동 191-5	주상복합	4/55	심의 중 (06.9.11)	설치(전 층) 동별 17·38층
36		두산위브제니스	수성구 범어동 179-1	주상복합	7/54	공사 중 (07.1.19)	미설치
37		대주 피오래	수성구 범어동 15-1	주상복합	3/55	심의 중 (07.8.13)	설치(전 층) 30층 2개동
38		Leaders View	수성구 두산동 108	주상복합	3/57	공사 중 (08.1.4)	설치(전 층) 29층 2개동
39	인천	더샵휘스트월드	연수구 송도동 4-1	공동주택	2/64	공사 중 (06.7.19)	미설치
40		동북아 무역센터	연수구 송도동 6-1	주상복합	3/68	공사 중 (07.10.9)	미설치
41		미정	남동구 논현고잔동	공동주택	2/50	공사 중 (08.2.19)	설치(전 층) 30층
42		청리풍림예술루타워	서구 청라자유구역	공동주택	1/55	계획 중	설치(전 층) 30층 1개소
43		엘슬루타워	남구 학익동 430-46	공동주택	2/53	공사중 (07.12.24)	설치(일부) 28층 1개소
44	경남	메트로시티	마산시 양덕동 288-1	공동주택	3/63 3/59	심의 중	설치(전 층) 2개동 22·47층

번호	구칭	구분	건물명	주소	지상층	지하층
1	종로	업무	삼일개발	종로구 관철동 10-2	31	2
2	종로	복합	SK㈜	종로구 서린동 115-1	36	7
3	중부	복합	롯데캐슬 A블록(황학구역 재개발)	중구 황학동 2545	33	4
4	중부	판매	롯데쇼핑	중구 소공동 1	35	5
5	중부	숙박	롯데호텔	중구 소공동 1	37	3
6	중부	판매	두산타워	중구 을지로6가18-12	34	7
7	중부	업무	SKT-타워	중구 을지로2가 11	33	6
8	중부	복합	브라운스톤서울	중구 종림동 355	39	7
9	광진	복합	대림아크로빌A동	광진구 구의동579-10	37	5
10	광진	복합	대림아크로빌B동	광진구 구의동579-10	37	5
11	광진	복합	테크노마트	광진구 구의동 546-4	39	6
12	광진	복합	스타시티(B블록) B동	광진구 자양동 227-7	35	3
13	광진	복합	스타시티(A블록) 복지동	광진구 자양동227-342	40	6
14	용산	복합	대우월드마크 1동	용산구 한강로1가 64	36	6
15	용산	복합	대우월드마크 2동	용산구 한강로1가 64	37	4
16	용산	복합	용산파크자이 A동	용산구 한강로1가 50-1	34	5
17	용산	복합	용산파크자이 B동	용산구 한강로1가 50-1	34	5
18	용산	복합	용산파크자이 C동	용산구 한강로1가 50-1	34	5
19	용산	복합	용산파크자이 D동	용산구 한강로1가 50-1	36	5
20	용산	복합	용산파크자이 E동	용산구 한강로1가 50-1	36	5
21	용산	복합	벽산메가트리움 101동	용산구 한강로2가 2-8	33	4
22	용산	복합	벽산메가트리움 102동	용산구 한강로2가 2-8	33	4
23	용산	복합	용산시티파크 101동	용산구 한강로3가 63-389	39	3
24	용산	복합	용산시티파크 201동	용산구 한강로3가 63-387	32	5
25	용산	복합	용산시티파크 202동	용산구 한강로3가 63-387	33	5
26	용산	복합	한강대우트럼프월드 101동	용산구 한강로3가 65-230	31	3
27	용산	복합	한강대우트럼프월드 102동	용산구 한강로3가 65-230	31	3
28	용산	복합	용산파크타워 103동	용산구 용산동5가 24-1	40	4
29	용산	복합	용산파크타워102동	용산구 용산동5가 24-1	37	4
30	용산	복합	용산파크타워101동	용산구 용산동5가 24-1	34	4
31	용산	복합	용산아코르타워 101동	용산구 문배동 24-21	32	3

〈표 계속〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황(서울특별시 소방재난본부, 2009)

번호	구칭	구분	건물명	주소	지상층	지하층
32	용산	복합	용산아크로타워 102동	용산구 문배동 24-21	32	3
33	용산	복합	문배동 이안프리미어	용산구 문배동 3-3	34	6
34	용산	복합	CJ나인파크 202동	용산구 문배동 24-6	32	3
35	영등포	업무	LG 엠알오(트윈타워) 동관	영등포구 여의도동 20	34	3
36	영등포	업무	LG 엠알오(트윈타워) 서관	영등포구 여의도동 20	34	3
37	영등포	복합	롯데캐슬엠펙라이어	영등포구 여의도동 36	39	6
38	영등포	복합	롯데캐슬아이비	영등포구 여의도동 43-4	35	6
39	영등포	복합	대우트럼프월드2	영등포구 여의도동 48-2	34	6
40	영등포	복합	여의도리버타워	영등포구 여의도동 61-5	37	7
41	영등포	복합	여의도리첸시아빌딩	영등포구 여의도동 61	40	5
42	영등포	복합	문래동벽산 메가트리움	영등포구 문래동3가 55-4	31	2
43	영등포	복합	SK리더스뷰	영등포구 문래동3가 55-16	40	3
44	영등포	복합	여의도파크센터빌딩	영등포구 여의도동 28-3	34	5
45	영등포	복합	여의도자이	영등포구 여의도동 47	39	4
46	강남	업무	포스코센터	강남구 대치4동 892	31	6
47	강남	복합	우성캐릭터199	강남구 도곡동 467-24	31	4
48	강남	업무	글라스타워	강남구 대치3동 946-1	32	8
49	강남	업무	군인공제회관	강남구 도곡2동 467-12	32	7
50	강남	숙박	그랜드 인터컨티넨탈호텔	강남구 삼성1동 159-8	33	4
51	강남	업무	동부금융센터	강남구 대치2동 891-10	35	7
52	강남	업무	GS강남타워	강남구 역삼1동 679-1	38	6
53	강남	복합	현대아이파크 E동	강남구 삼성1동 87	39	3
54	강남	복합	대림아크로빌 A동	강남구 도곡1동 467-6	32	6
55	서초	숙박	JW메리어트호텔	서초구 반포4동 19-3	34	5
56	서초	복합	서초현대슈퍼빌B동	서초구 서초3동 1446-11	37	3
57	서초	복합	아크로비스타B동	서초구 서초4동 1685-3	37	6
58	서초	복합	아크로비스타C동	서초구 서초4동 1685-3	37	5
59	서초	복합	더 서초(A동)	서초구 서초1동 1445-15	32	4
60	서초	복합	더 서초(C동)	서초구 서초1동 1445-15	31	
61	서초	근생	삼성물산 서초동 빌딩	서초구 서초2동 1321-20	32	7
62	서초	업무	삼성생명서초타워	서초구 서초2동 1321-15	34	7
63	마포	복합	한화오벨리스크(아파트동)	마포구 도화2동 555	37	6
64	마포	복합	한화오벨리스크(오피스텔동)	마포구 도화2동 555	36	6
65	마포	복합	마포트라펠리스 A동	마포구 도화2동 559	31	5
66	마포	복합	마포트라펠리스 B동	마포구 도화2동 559	31	5
67	마포	복합	DMC이안오피스텔 상암1단지	마포구 상암동 1654	32	3
68	마포	복합	DMC이안오피스텔 상암2단지	마포구 상암동 1653	32	3

〈표 계속〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황(서울특별시 소방재난본부, 2009)

번호	구칭	구분	건물명	주소	지상층	지하층
69	구로	복합	구로동플라티늄	구로구 구로5동 46	32	4
70	구로	복합	현대파크빌	구로구 구로5동 108	36	7
71	구로	복합	신도림테크노마트	구로구 구로5동 3-25	40	7
72	구로	복합	신구로자이나인스에비뉴빌딩	구로구 구로5동 501	36	5
73	구로	공동주택	LG자이아파트 101	구로구 구로5동 42	31	3
74	구로	공동주택	LG자이아파트 102	구로구 구로5동 42	31	3
75	구로	공동주택	LG자이아파트 103	구로구 구로5동 42	31	3
76	관악	복합	롯데스카이	관악구 봉천1동 729-22	36	7
77	송파	숙박	롯데호텔	송파구 잠실동 40-1	33	3
78	송파	복합	롯데캐슬골드A동	송파구 신천동 7-18	37	7
79	송파	복합	롯데캐슬골드B동	송파구 신천동 7-18	37	7
80	송파	복합	잠실포스코더샵	송파구 신천동 11-8	39	4
81	송파	복합	잠실더샵스타파크A동	송파구 신천동 7-14	39	4
82	송파	복합	잠실더샵스타파크B동	송파구 신천동 7-14	39	4
83	송파	공동주택	파크리오 113동	송파구 잠실동 17	36	1
84	양천	복합	목동트윈빌	양천구 목5동 905-22	32	5
85	양천	복합	현대41타워	양천구 목1동 917-9	40	6
86	양천	복합	삼성쉐르빌1차	양천구 신정6동 318-10	39	5
87	양천	복합	목동 파라곤	양천구 목1동 917	35	6
88	양천	복합	목동현대하이페리온2 201	양천구 목1동 961	37	4
89	양천	복합	목동현대하이페리온2 203	양천구 목1동 961	33	4
90	양천	복합	목동현대하이페리온2 205	양천구 목1동 961	31	4
91	양천	복합	목동현대하이페리온2 206	양천구 목1동 961	40	4
92	동작	복합	롯데관악타워	동작구 신대방2동 395-67	32	5
93	동작	복합	보라매나산 스위트빌딩	동작구 신대방2동 395-68	37	9
94	광진	복합	스타시티(B블록) C동	광진구 자양동 227-7	50	3
95	광진	복합	스타시티(B블록) D동	광진구 자양동 227-7	45	3
96	광진	복합	스타시티(A블록) 복지동	광진구 자양동 227-342	50	6
97	용산	복합	용산시티파크 102동	용산구 한강로3가 63-389	41	3
98	용산	복합	용산시티파크 103동	용산구 한강로3가 63-389	43	3
99	영등포	복합	대우트림프월드1	영등포구 여의도동 55-1	41	5
100	강남	복합	현대아이파크 S동	강남구 삼성1동 87	47	4

〈표 계속〉 서울시 31층 이상 고층 건축물 현황(서울특별시 소방재난본부, 2009)

번호	구청	구분	건물명	주소	지상층	지하층
101	강남	복합	현대아이파크 W동	강남구 삼성1동 87	46	3
102	강남	업무	아셈타워	강남구 삼성1동 159-9	41	4
103	강남	업무	강남파이낸스센터	강남구 역삼1동 737	45	8
104	강남	복합	대림아크로빌.B동	강남구 도곡1동 467-6	46	6
105	강남	복합	대림아크로빌.C동	강남구 도곡1동 467-6	46	6
106	강남	복합	타워팰리스1 D동	강남구 도곡1동 467	42	5
107	서초	복합	서초현대슈퍼빌(A동)	서초구 서초3동 1446-11	46	3
108	서초	업무	서초동복합빌딩	서초구 서초2동 1320-10	44	8
109	송파	복합	갤러리아팰리스A동	송파구 잠실동 40	46	5
110	송파	복합	갤러리아팰리스B동	송파구 잠실동 40	46	5
111	송파	복합	갤러리아팰리스C동	송파구 잠실동 40	46	5
112	양천	복합	목동현대하이페리온2 202	양천구 목1동 961	41	4
113	양천	복합	목동현대하이페리온2 204	양천구 목1동 961	41	4
114	양천	복합	목동트라펠리스 웨스턴에비뉴-A	양천구 목1동 625	49	5
115	양천	복합	목동트라펠리스 웨스턴에비뉴-B	양천구 목1동 625	42	5
116	양천	복합	목동트라펠리스 이스턴에비뉴-A	양천구 목1동 625	48	5
117	양천	복합	목동트라펠리스 이스턴에비뉴-B	양천구 목1동 625	41	5
118	동작	복합	보라매삼성웨르빌	동작구 신대방2동 395-66	49	4
119	동작	복합	라성보라매아카데미	동작구 신대방2동 395-69	41	7
120	광진	복합	스타시티(B블록) A동	광진구 자양동 227-7	58	3
121	영등포	복합	대한생명 63빌딩	영등포구 여의도동 62	60	3
122	강남	복합	아카데미스위트	강남구 도곡2동 467-7	51	6
123	강남	업무	무역센터(트레이드타워)	강남구 삼성1동 159-1	54	2
124	강남	업무	타워팰리스1 A동	강남구 도곡1동 467	59	5
125	강남	복합	타워팰리스1 C동	강남구 도곡1동 467	59	5
126	강남	복합	타워팰리스2(E동)	강남구 도곡1동 467-17	55	6
127	강남	복합	타워팰리스2(F동)	강남구 도곡1동 467-18	55	6
128	양천	복합	현대하이페리온B	양천구 목1동 916	59	6
129	양천	복합	현대하이페리온C	양천구 목1동 916	54	6
130	강남	복합	타워팰리스1 B동	강남구 도곡1동 467	66	5
131	강남	복합	타워팰리스3 G동	강남구 도곡1동 467-29	69	6
132	양천	복합	현대하이페리온 A	양천구 목1동 916	69	6

부록 5

60층 초고층 건축물의 피난시물레이션 세부 분석 내용

〈부록 표 5-1〉 60층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간 종합

중간 대피층 간격	개소 (피난층/대피층)	피난 시물레이션	피난완료시간	최종 피난자위치	총 피난 인원(명)	비고
중간 대피층 없을 경우	- (1층, 옥상)	1차	13분 34초(814초)	옥상	5,100	•피난한계시간(5분-5분 30초)을 상당히 초과
30층	3개소 (1층, 30층, 옥상)	1차	8분 30초(510초)	30층	5,015	•피난한계시간을 상당히 초과
		2차	8분 5초(485초)	30층		
		3차	6분 26초(386초)	30층		
25층	4개소 (1층, 25층, 50층, 옥상)	1차	7분 27초(447초)	25층	4,930	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	7분 10초(430초)	25층		
		3차	5분 26초(326초)	50층		
20층	4개소 (1층, 20층, 40층, 옥상)	1차	5분 59초(359초)	20층	4,930	•피난한계시간 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	5분 35초(335초)	20층		
		3차	4분 35초(275초)	40층		

참고 :

- 1차 분석 : 주요 피난시설의 법적 최소 기준 적용(계단 폭 1.2m, 출입구 0.9m)
- 2차 분석 : 계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m
- 3차 분석 : 피난계단 추가(계단 폭 1.6m, 출입구 1.2m)

1. 1차 피난시물레이션 분석

1) 주요 피난시설의 기본 조건

- 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따른 주요 피난시설의 법적 최소 기준 적용 시의 피난완료시간 분석
 - 계단 및 계단참의 폭 1.2m, 출입구(계단)의 폭 0.9m 적용

〈부록 표 5-2〉 1차 피난시물레이션 분석을 위한 계단 및 출입구 현황(법적 최소 기준)

중간 대피층 간격	주요 피난시설	기준	비고
30층, 25층, 20층	•계단 및 계단참의 폭	1.2m	•「건축법」 시행령 제35조, 제36조 •「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제8조, 제9조, 제15조
	•출입구의 유효폭(계단)	0.9m	

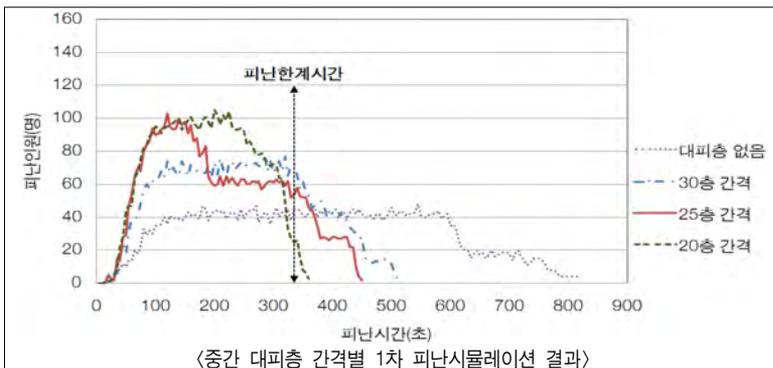
(1) 분석 결과

○ 중간 대피층 간격별 피난완료시간

- 재실자의 최종 피난완료시간은 중간 대피층 간격이 30층인 경우 8분 30초(510초), 25층인 경우 7분 27초(447초), 20층인 경우 5분 59초(359초)

〈부록 표 5-3〉 중간 대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(60층 1차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/피난층 수 (개소)	대피층/피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
중간 대피층 없음 경우	-	2 (옥상/1층)	계	13분 34초(814초)	5,100	2,551	2,549
			옥상	10분 35초	2,549	-	2,549
			1층	13분 34초	2,551	2,551	-
		1 (1층) (옥상+대피층, 하향 경우임)	계	25분 35초	5,100	5,100	-
		1층	25분 35초	5,100	5,100	-	
30층	30층	3 (1층 및 옥상 포함)	계	8분 30초(510초)	5,015	12,65	3,750
			옥상	6분	1,285	-	1,285
			30	8분 30초	2,465	-	2,465
			1층	7분 15초	1,265	1,265	-
25층	25층/50층	4 (1층 및 옥상 포함)	계	7분 27초(447초)	4,930	1,019	3,911
			옥상	3분 15초	425	-	425
			50층	7분 20초	1,445	-	1,445
			25층	7분 27초	2,014	-	2,014
			1층	6분 5초	1,019	1,019	-
20층	20층/40층	4 (1층 및 옥상 포함)	계	5분 59초(359초)	4,930	850	4,080
			옥상	4분 40초	850	-	850
			40층	5분 55초	1,615	-	1,615
			20층	5분 59초	1,615	-	1,615
			1층	5분 20초	850	850	-



〈부록 그림 5-1〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(60층 1차)

(2) 문제점 및 개선방향

○ 각 층 계단 출입구에서의 병목현상이 두드러짐(출입구를 통하여 대피하는 사람과 상부층(또는 하부층)에서 내려오는(또는 올라가는) 사람들에 의한 병목현상 발생).

– 계단 폭 1.2m에서 2열(2명 씩)로 동시에 대피(상향, 하향)가 불가능하며, 1층(피난층) 계단 출입구에서 병목현상이 나타남.

○ 개선방향

– 각 층의 계단 출입구와 폭을 최소한으로 확대하여 2차 피난시물레이션 추진

- 1층 피난층은 병목현상 최소화를 위해 계단 출입구와 비상구 크기 확대가 필요하며, 계단 출입구와 출구의 최소 피난거리 확보가 요구됨.

〈부록 표 5-4〉 60층 1차 시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

(단위 : 명)

시간(초)	중간대피층 없음		30층 간격		25층 간격		20층 간격	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	8	8	10	10	11	11	7	7
60	65	73	132	142	187	198	198	205
90	154	227	303	445	453	651	432	667
120	212	439	393	838	566	1,217	560	1,227
150	237	676	412	1,250	576	1,793	581	1,808
180	252	928	411	1,661	517	2,310	584	2,392
210	256	1,184	417	2,078	393	2,703	596	2,988
240	248	1,432	419	2,497	369	3,072	586	3,574
270	262	1,694	431	2,928	369	3,441	517	4,091
300	240	1,934	429	3,357	362	3,803	449	4,540
330	253	2,187	428	3,785	359	4,162	306	4,846
360	258	2,445	364	4,149	315	4,477	84(359초)	4,930
390	259	2,704	280	4,429	202	4,679		
420	259	2,963	252	4,681	164	4,843		
450	256	3,219	189	4,870	87(447초)	4,930		
480	244	3,463	81	4,951				
510	249	3,712	64(510초)	5,015				
540	255	3,967						
570	253	4,220						
600	243	4,463						
630	155	4,618						
660	103	4,721						
690	106	4,828						
720	105	4,933						
750	82	5,015						
780	65	5,072						
810	24	5,096						
840	4(814초)	5,100						
합계	5,100	5,100	5,015	5,015	4,930	4,930	4,930	4,930
평균	182.4명/30초당		295명/30초당		328.7명/30초당		408명/30초당	

2. 2차 피난시뮬레이션 분석

1) 피난시설 개선사항

○ 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따라, 계단 및 출입구 폭을 법적 최소 기준보다 약 30% 확대

– 계단 및 계단참의 폭 1.6m, 출입구(계단)의 폭 1.2m 적용

〈부록 표 5-5〉 피난시간 감소를 위한 2차 피난시뮬레이션의 피난시설 개선내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설	당초(1차)	개선 내용(2차)
30층, 25층, 20층	·계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m(약 30% 확대)
	·출입구의 유효폭(계단)	0.9m	1.2m(약 30% 확대)

2) 분석 결과

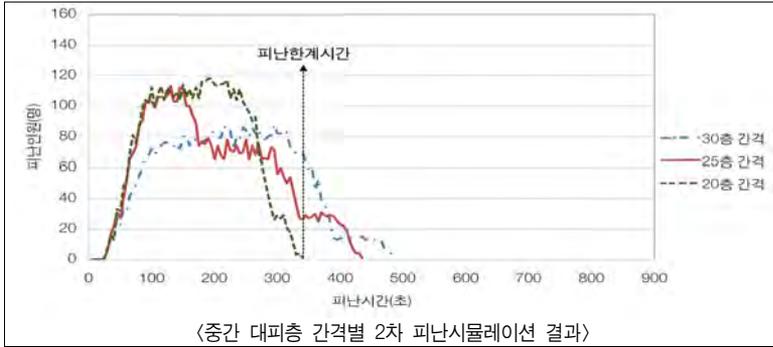
○ 중간 대피층 간격별 피난완료시간

– 피난완료시간이 중간 대피층 간격이 30층인 경우 8분 5초(485초), 25층인 경우 7분 10초(430초), 20층인 경우 5분 35초(335초)

- 중간 대피층 간격이 20층일 경우에만 재실자의 피난완료시간이 5분35초로 피난한계시간을 어느 정도 만족

〈부록 표 5-6〉 중간 대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(60층 2차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/피난층 수 (개소)	대피층/피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
30층	30층	3	계	8분 5초(485초)	5,015	1,275	3,740
			옥상	6분 10초	1,275	-	1,275
			30	8분 5초	2,465	-	2,465
			1층	6분 20초	1,275	1,275	-
			계	7분 10초(430초)	4,930	1,029	3,901
25층	25층/ 50층	4	옥상	3분 10초	422	-	422
			50층	7분	1,442	-	1,442
			25층	7분 10초	2,037	-	2,037
			1층	5분 25초	1,029	1,029	-
			계	5분 35초(335초)	4,930	862	4,068
20층	20층/ 40층	4	옥상	4분 40초	848	-	848
			40층	5분 25초	1,605	-	1,605
			20층	5분 35초	1,615	-	1,615
			1층	4분 45초	862	862	-
			계				



〈부록 그림 5-2〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(60층 2차)

〈부록 표 5-7〉 60층 2차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

시간(초)	30층 간격(명)		25층 간격(명)		20층 간격(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	8	8	7	7	9	9
60	143	151	188	195	194	203
90	317	468	488	683	514	717
120	431	899	623	1,306	639	1,356
150	452	1,351	649	1,955	653	2,009
180	465	1,816	534	2,489	655	2,664
210	482	2,298	435	2,924	693	3,357
240	483	2,781	427	3,351	663	4,020
270	503	3,284	430	3,781	551	4,571
300	488	3,772	396	4,177	245	4,816
330	459	4,231	299	4,476	109	4,925
360	364	4,595	167	4,643	5(335초)	4,930
390	193	4,788	170	4,813		
420	82	4,870	108	4,921		
450	85	4,955	9(430초)	4,930		
480	56	5,011				
510	4(485초)	5,015				
합계	5,015	5,015	4,930	4,930	4,930	4,930
평균	295명/30초당		328.7명/30초당		410명/30초당	

3) 문제점 및 개선방향

○ 문제점

－ 계단 및 출입구의 폭 확장에 따른 피난완료시간 단축 효과 미미

- 각 층 및 1층의 계단출입구 병목현상은 일부 완화되었으나, 중간 대피

층 간격이 30층인 경우에 25초, 25층인 경우에 17초 감소로 피난완료 시간 단축 효과 미미

○ 개선방향

– 피난계단 개소수의 증가를 통하여 피난완료시간 감소 필요

3. 3차 피난시뮬레이션 분석

1) 피난시설 개선사항

○ 피난계단의 개소수 증가를 통한 피난완료시간 단축

– 피난계단 증가 방법

- 층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡이내마다 1개 소씩 추가 설치

○ 피난계단 증가 내용

– 당초 2개소에서 2개소 추가하여 총 4개소로 설치

- 바닥면적이 5,600㎡이면 3,000㎡에 1개소를 설치하여, 3개소가 추가
- 보행거리 30m 이내로 건축물 내부의 일부 방 출입구 위치 변경(「건축법」 시행령 제34조 제1항)

〈부록 표 5-8〉 피난시간 감소를 위한 3차 피난시뮬레이션의 피난시설 개선내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설	당초(1차)	2차	이번 개선 내용(3차)
30층, 25층, 20층	•계단 및 계단참의 폭	1,2m	1,6m	1,6m(약 30% 확대)
	•출입구의 유효폭(계단)	0,9m	1,2m	1,2m(약 30% 확대)
	•피난계단의 수	2	2	4
	•직통계단의 수	2	2	2

2) 분석 결과

○ 중간 대피층 간격별 피난완료시간

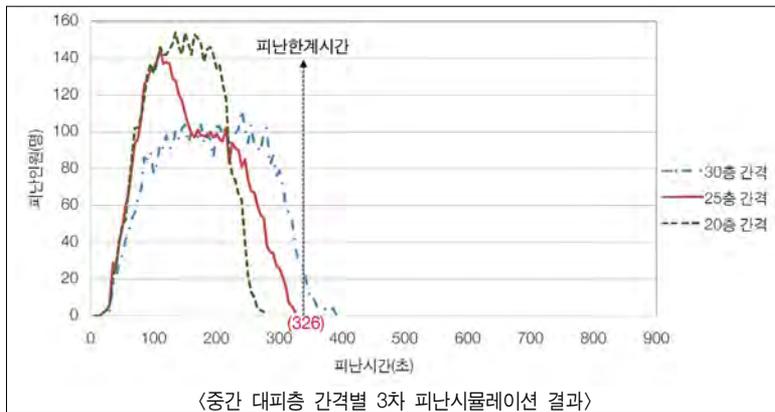
– 중간 대피층 간격이 30층인 경우 6분 26초(386초), 25층인 경우 5분 26

초(326초), 20층인 경우 4분 35초(275초)로 나타남.

- 중간 대피층 간격이 25층 및 20층인 경우 재실자의 최종 피난완료시간이 피난한계시간을 만족함.

〈부록 표 5-9〉 중간 대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(60층 3차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/ 피난층 수 (개소)	대피층/ 피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
30층	30층	3	계	6분 26초(386초)	5,015	1,275	3,740
			옥상	6분	1,275	-	1,275
			30	6분 26초	2,465	-	2,465
			1층	5분 45초	1,275	1,275	-
25층	25층/50층	4	계	5분 26초(326초)	4,930	806	4,124
			옥상	2분 55초(175초)	425	-	425
			50층	5분 26초(326초)	1,445	-	1,445
			25층	5분 25초(325초)	2,254	-	2,254
20층	20층/40층	4	계	4분 35초(275초)	4,930	850	4,080
			옥상	4분 30초	850	-	850
			40층	4분 35초	1,615	-	1,615
			20층	4분 25초	1,615	-	1,615
			1층	4분 10초	850	850	-



〈부록 그림 5-4〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(60층 3차)

〈부록 표 5-10〉 60층 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

시간(초)	30층 간격(명)		25층 간격(명)		20층 간격(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	6	6	15	15	11	11
60	186	192	282	297	259	270
90	413	605	640	937	649	919
120	531	1,136	832	1,769	836	1,755
150	586	1,722	730	2,499	889	2,644
180	589	2,311	590	3,089	880	3,524
210	585	2,896	582	3,671	829	4,353
240	606	3,502	558	4,229	483	4,836
270	573	4,075	426	4,655	92	4,928
300	526	4,601	219	4,874	2(275초)	4,930
330	308	4,909	56(326초)	4,930		
360	89	4,998				
390	17(386초)	5,015				
합계	5,015	5,015	4,930	4,930	4,930	4,930
평균	385.8명/30초당		448.2명/30초당		493명/30초당	

부록 6 99층 초고층 건축물의 피난시뮬레이션 세부 분석 내용

〈부록 표 6-1〉 99층 초고층 건축물의 중간 대피층 간격에 따른 최종 피난완료시간 종합

중간 대피층 간격	개소 (피난층/대피층)	피난 시뮬레이션	피난완료시간	최종 피난자위치	총 피난 인원(명)	비고
30층	5개소 (1층, 30층, 60층, 90층, 옥상)	1차	10분 43초(643초)	60층	12,575	•피난한계시간(5분~5분30초)을 상당히 초과
		2차	10분 22초(622초)	1층		
		3차	7분 7초(427초)	1층		
25층	5개소 (1층, 25층, 50층, 75층, 옥상)	1차	9분 31초(571초)	75층	12,575	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간에 근접
		2차	9분 14초(554초)	25·50·75층		
		3차	5분 33초(333초)	1층		
20층	6개소 (1층, 20층, 40층, 60층, 80층, 옥상)	1차	8분 2초(482초)	60층	12,445	•피난한계시간을 상당히 초과 •피난한계시간 내에 포함
		2차	7분 35초(455초)	40·60층		
		3차	4분 47초(287초)	1·60층		

1. 1차 피난시뮬레이션 분석

1) 주요 피난시설의 기본 조건

- 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따른 주요 피난시설의 법적 최소 기준 적용 시의 피난완료시간 분석
 - 계단 및 계단참의 폭 1.2m, 출입구(계단)의 폭 0.9m 적용

〈부록 표 6-2〉 1차 피난시뮬레이션 분석을 위한 계단 및 출입구 현황(법적 최소 기준)

중간 대피층 간격	주요 피난시설	기준	비고
30층, 25층, 20층	•계단 및 계단참의 폭	1.2m	•건축법 시행령 제35조, 제36조
	•출입구의 유효폭(계단)	0.9m	•건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제8조, 제9조, 제15조

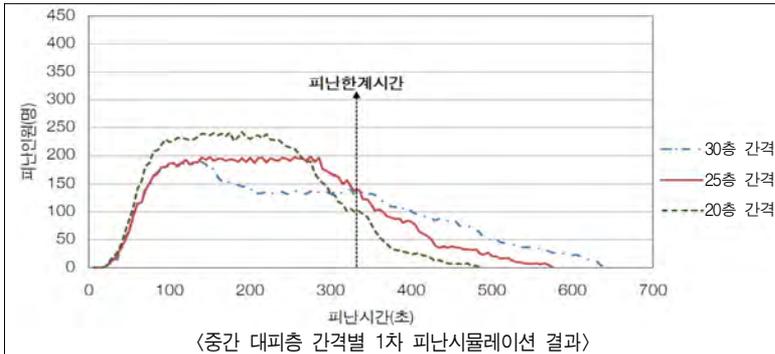
(1) 분석결과

○ 중간 대피층 간격별 피난완료시간

- 재실자의 최종 피난완료시간은 중간 대피층 간격이 30층인 경우 10분 43초(643초), 25층인 경우 9분 31초(571초), 20층인 경우 8분 2초(482초)

〈부록 표 6-3〉 중간 대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(99층 1차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/ 피난층 수(개소)	대피층/ 피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
30층	30층 60층 90층	5 (1층 및 옥상 포함)	계	10분 43초(643초)	12,576	1,965	10,611
			옥상(대피층)	3분 10초(190초)	544	-	544
			90층	10분 20초(620초)	2,569	-	2,569
			60층	10분 43초(643초)	3,739	-	3,739
			30층	10분 30초(630초)	3,759	-	3,759
25층	25층 50층 75층	5 (1층 및 옥상 포함)	계	9분 31초(571초)	12,576	1,572	11,004
			옥상(대피층)	5분 30초(330초)	1,572	-	1,572
			75층	9분 31초(571초)	3,144	-	3,144
			50층	9분 30초(570초)	3,144	-	3,144
			25층	9분 00초(540초)	3,144	-	3,144
20층	20층 40층 60층 80층	6 (1층 및 옥상 포함)	계	8분 2초(482초)	12,445	1,310	11,135
			옥상(대피층)	4분 35초(275초)	1,181	-	1,181
			80층	7분 25초(445초)	2,559	-	2,559
			60층	8분 2초(482초)	2,495	-	2,495
			40층	7분 50초(470초)	2,499	-	2,499
			20층	6분 15초(375초)	2,401	-	2,401
			1층(피난층)	7분 5초(425초)	1,310	1,310	-



〈부록 그림 6-1〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(99층 1차)

(2) 문제점 및 개선방향

○ 각 층 계단 출입구에서의 병목현상이 두드러짐(출입구를 통하여 대피하는 사람과 상부층(또는 하부층)에서 내려오는(또는 올라가는) 사람들에 의한 병목현상 발생).

– 계단 폭 1.2m에서 2열(2명 씩)로 동시에 대피(상향, 하향)가 불가능하며, 1층(피난층) 계단 출입구의 병목현상이 나타남.

○ 개선방향

– 각 층의 계단 출입구와 폭을 최소한으로 확대하여 2차 피난시물레이션 추진

- 1층 피난층은 병목현상 최소화를 위해 계단 출입구와 비상구 크기 확대가 필요하며, 계단 출입구와 출구(주출입구, 비상구)와의 최소 피난 거리 확보가 요구됨.

〈부록 표 6-4〉 99층 1차 시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

시간(초)	30층(명)		25층(명)		20층(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	26	26	22	22	31	31
60	379	105	381	403	469	500
90	918	1,323	918	1,321	1,159	1,659
120	1,099	2,422	1,111	2,432	1,374	3,033
150	1,103	3,525	1,145	3,577	1,404	4,437
180	950	4,475	1,155	4,732	1,417	5,458
210	855	5,330	1,151	5,883	1,411	7,265
240	809	6,139	1,158	7,041	1,378	8,643
270	804	6,943	1,162	8,203	1,230	9,873
300	806	7,749	1,099	9,302	949	10,822
330	811	8,560	917	10,219	668	11,490
360	788	9,348	707	10,926	491	11,981
390	657	10,005	538	11,464	217	12,198
420	589	10,594	424	11,888	144	12,342
450	509	11,103	237	12,125	67	12,409
480	448	11,551	204	12,329	34	12,443
510	315	11,866	131	12,460	2(482초)	12,445
540	241	12,107	74	12,534	-	-
570	207	12,314	41	12,575	-	-
600	149	12,463	1(571초)	12,576	-	-
630	103	12,566	-	-	-	-
660	10(643초)	12,576	-	-	-	-
합계	12,576	12,576	12,576	12,576	12,445	12,445
평균	517.6명/30초당		628.8명/30초당		732.1명/30초당	

2. 2차 시뮬레이션 분석

1) 피난시설 개선사항

○ 중간 대피층 간격(30m, 25m, 20m)에 따라, 계단 및 출입구 폭을 법적 최소 기준보다 약 30% 확대

– 계단 및 계단참의 폭 1.6m, 출입구(계단)의 폭 1.2m 적용

〈부록 표 6-5〉 피난시간 감소를 위한 2차 피난시뮬레이션의 피난시설 개선내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설	당초(1차)	개선 내용(2차)
30층, 25층, 20층	•계단 및 계단참의 폭	1.2m	1.6m(약 30% 확대)
	•출입구의 유효폭(계단)	0.9m	1.2m(약 30% 확대)

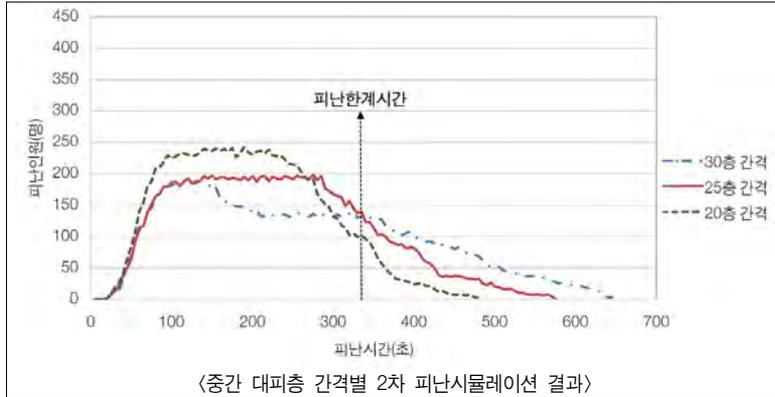
2) 분석 결과

○ 중간 대피층 간격별 피난완료시간

– 피난완료시간이 중간 대피층 간격이 30층인 경우 10분 22초(622초), 25층인 경우 9분 14초(554초), 20층인 경우 7분 35초(455초)

〈부록 표 6-6〉 중간대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(99층 2차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/ 피난층 수(개소)	대피층/ 피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
30층	30층 60층 90층	5	계	10분 22초(622초)	12,576	1,965	10,611
			옥상(대피층)	2분 55초(175초)	525	-	525
			90층	10분 10초(610초)	2,588	-	2,588
			60층	10분 5초(605초)	3,746	-	3,746
			30층	10분 10초(610초)	3,752	-	3,752
			1층(피난층)	10분 22초(622초)	1,965	1,965	-
25층	25층 50층 75층	5	계	9분 14초(554초)	12,576	1,572	11,004
			옥상(대피층)	5분 25초(325초)	1,572	-	1,572
			75층	9분 14초(554초)	3,144	-	3,144
			50층	9분 14초(554초)	3,144	-	3,144
			25층	9분 14초(554초)	3,144	-	3,144
			1층(피난층)	8분 15초(495초)	1,572	1,572	-
20층	20층 40층 60층 80층	6	계	7분 35초(455초)	12,445	1,310	11,135
			옥상(대피층)	4분 25초(265초)	1,180	-	1,180
			80층	7분 20초(440초)	2,553	-	2,553
			60층	7분 35초(455초)	2,505	-	2,505
			40층	7분 35초(455초)	2,488	-	2,488
			20층	6분 30초(390초)	2,409	-	2,409
			1층(피난층)	7분(420초)	1,310	1,310	-



<부록 그림 6-2> 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(99층 2차)

<부록 표 6-7> 99층 2차 시물레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

시간(초)	30층(명)		25층(명)		20층(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	24	24	28	28	25	25
60	396	420	400	428	489	514
90	977	1,397	977	1,405	1,200	1,714
120	1,135	2,532	1,143	2,548	1,413	3,127
150	1,125	3,657	1,181	3,729	1,459	4,586
180	99	4,648	1,186	4,915	1,459	6,045
210	866	5,514	1,199	6,114	1,461	7,506
240	840	6,354	1,206	7,320	1,414	8,920
270	830	7,184	1,183	8,503	1,182	10,102
300	840	8,024	1,067	9,570	957	11,059
330	800	8,824	888	10,458	664	11,723
360	743	9,567	713	11,171	366	12,089
390	643	10,210	524	11,695	184	12,273
420	593	10,803	309	12,004	117	12,390
450	523	11,326	216	12,220	50	12,440
480	409	11,735	166	12,386	5(455초)	12,445
510	281	12,016	101	12,487	-	-
540	216	12,232	61	12,548	-	-
570	162	12,394	28(554초)	12,576	-	-
600	128	12,522	-	-	-	-
630	54(622초)	12,576	-	-	-	-
합계	12,576	12,576	12,576	12,576	12,445	12,445
평균	598.9명/30초당		661.9명/30초당		777.8명/30초당	

3) 문제점 및 개선사항

- 최소 피난거리 확보를 위하여 계단출입구 및 출구(주출입구, 비상구)의 크기를 확대 설치하였으나, 피난완료시간을 만족하지 못하였으므로 피난계단의 추가 설치가 요구됨.

3. 3차 피난시물레이션 분석

1) 피난시설 개선사항

- 피난계단의 개소수 증가를 통한 피난완료시간 단축
 - 피난계단 증가 방법
 - 층 바닥면적이 2,000㎡를 넘는 경우에는 그 넘는 1,000㎡이내마다 1개소씩 추가 설치
- 피난계단 증가 내용
 - 당초 4개소에서 8개소 추가하여, 총 8개소로 설치
 - 바닥면적이 5,600㎡이면 3,000㎡에 1개소를 설치하며, 3개소가 추가
 - 보행거리 30m 이내로 건축물 내부의 일부 방 출입구 위치 변경(「건축법」 시행령 제34조 제1항)

〈부록 표 6-8〉 피난시간 감소를 위한 3차 피난시물레이션의 피난시설 개선내용

중간 대피층 간격	주요 피난시설	당초(1차)	2차	금번 개선 내용(3차)
30층, 25층, 20층	• 계단 및 계단참의 폭	1,2m	1,6m	1,6m(약 30% 확대)
	• 출입구의 유효폭(계단)	0,9m	1,2m	1,2m(약 30% 확대)
	• 피난계단의 수	4	4	8
	• 직통계단의 수	2	2	2

2) 분석결과

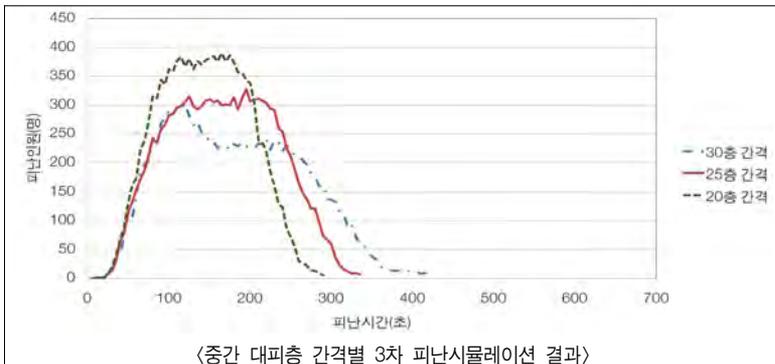
- 중간 대피층 간격별 피난완료시간
 - 중간 대피층 간격이 30층인 경우 7분 4초(424초), 25층인 경우 5분 33초

(333초), 20층인 경우 4분 47초(287초)로 나타남.

- 중간 대피층 간격이 25층 및 20층인 경우 재실자의 최종 피난완료시간이 피난한계시간을 만족함.

〈부록 표 6-9〉 중간대피층 간격 및 위치에 따른 피난시간 분석결과(99층 3차)

중간 대피층 간격	중간 대피층 위치	대피층/ 피난층 수(개소)	대피층/ 피난층 위치	피난시간	피난인원(명)		
					계	피난층	대피층
30층	30층 60층 90층	5	계	7분 4초(424초)	12,576	1965	10,611
			옥상(대피층)	2분 40초(160초)	524	-	524
			90층	6분 30초(390초)	2,579	-	2,579
			60층	6분 30초(360초)	3,761	-	3,761
			30층	5분 50초(350초)	3,747	-	3,747
			1층(피난층)	7분 4초(424초)	1,965	1,965	-
25층	25층 50층 75층	5	계	5분 33초(333초)	12,576	1,572	11,004
			옥상(대피층)	5분(300초)	1,572	-	1,572
			75층	5분 20초(320초)	3,144	-	3,144
			50층	5분 15초(315초)	3,144	-	3,144
			25층	5분 10초(310초)	3,144	-	3,144
			1층(피난층)	5분 33초(333초)	1,572	1,572	-
20층	20층 40층 60층 80층	6	계	4분 47초(287초)	12,445	1,310	11,135
			옥상(대피층)	4분 10초(250초)	1,179	-	1,179
			80층	4분 35초(275초)	2,564	-	2,564
			60층	4분 47초(287초)	2,469	-	2,469
			40층	4분 25초(265초)	2,493	-	2,493
			20층	4분 30초(270초)	2,340	-	2,340
1층(피난층)	4분 47초(287초)	1,310	1,310	-			



〈부록 그림 6-3〉 피난시간 경과에 따른 피난시간대별(5초 간격) 피난인원 분포(99층 3차)

〈부록 표 6-10〉 99층 3차 피난시뮬레이션 분석에 의한 피난시간별 피난인원

시간(초)	30층(명)		25층(명)		20층(명)	
	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계	피난인원	누적합계
30	22	22	23	23	31	31
60	534	556	278	601	669	700
90	1,329	1,885	1,307	1,908	1,706	2,406
120	1,740	3,625	1,732	3,640	2,184	4,590
150	1,553	5,178	1,821	5,461	2,250	6,480
180	1,373	6,551	1,827	7,288	2,287	9,127
210	1,374	7,925	1,859	9,147	1,937	11,064
240	1,390	9,315	1,709	10,856	1,051	12,115
270	1,275	10,590	1,070	11,926	289	12,404
300	956	11,546	539	12,465	41(287초)	12,445
330	617	12,163	104	12,569	-	-
360	259	12,422	7(333초)	12,576	-	-
390	87	12,509	-	-	-	-
420	60	12,569	-	-	-	-
450	7(424초)	12,576	-	-	-	-
합계	12,576	12,576	12,576	12,576	12,445	12,445
평균	838.4명/30초당		1,048명/30초당		1244.5명/30초당	

60층 및 99층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간

1. 60층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간

(부록 표 7-1) 60층 초고층 건축물(중간 대피층 25층 간격)의 거주한계시간과 최종 피난완료 시간 비교

측정 지점(층)	거주한계시간 (가시거리5m)	최종 피난완료시간			
		시간 ^{주1)}	시간 ^{주2)}	피난인원(명)	비고
38	3분 56초(236초)	1분 30초(90초)		85	50층으로 피난
39	3분 40초(220초)	1분 55초(115초)	1분 50초(110초)	170	50층으로 피난
40	3분 54초(234초)	2분 15초(135초)	2분 10초(130초)	255	50층으로 피난
41	3분 58초(238초)	2분 30초(150초)	2분 30초(150초)	340	50층으로 피난
42	4분 10초(250초)	2분 50초(170초)	2분 50초(170초)	425	50층으로 피난
43	4분 27초(267초)	3분 10초(190초)	3분 10초(190초)	510	50층으로 피난
44	4분 35초(275초)	3분 30초(210초)	3분 30초(210초)	595	50층으로 피난
45	4분 39초(279초)	3분 50초(230초)	3분 50초(230초)	680	50층으로 피난
46	4분 52초(292초)	4분 10초(250초)	4분 10초(250초)	765	50층으로 피난
47	5분 4초(304초)	4분 30초(270초)	4분 30초(270초)	850	50층으로 피난
48	5분 6초(306초)	4분 50초(290초)	4분 50초(290초)	935	50층으로 피난
49	5분 19초(319초)	5분 10초(310초)	5분 10초(310초)	1020	50층으로 피난
50	5분 31초(331초)	3분 5초(185초)	5분 30초(330초)	1445	중간 대피층
51	5분 33초(333초)	2분 50초(170초)	2분 50초(170초)	425	50층으로 피난
52	5분 42초(342초)	2분 35초(155초)	2분 35초(155초)	340	50층으로 피난
53	5분 47초(347초)	2분 5초(125초)	2분 20초(140초)	255	50층으로 피난
54	5분 49초(349초)	1분 40초(100초)	1분 45초(105초)	170	50층으로 피난
55	5분 58초(358초)	-	1분 30초(90초)	85	50층으로 피난
56	6분 14초(374초)	1분 45초(105초)	-	85	옥상으로 피난
57	6분 29초(389초)	2분 5초(125초)	2분(120초)	170	옥상으로 피난
58	6분 31초(391초)	2분 25초(145초)	2분 20초(140초)	255	옥상으로 피난
59	6분 32초(392초)	2분 45초(165초)	2분 40초(160초)	340	옥상으로 피난
60	6분 42초(402초)	3분 5초(185초)	3분(180초)	425	옥상으로 피난
옥상	7분 17초(437초)	-	3분 20초(200초)	425	대피층(옥상)
피난 성공	7분 17초(437초) (최대거주한계시간)	5분 30초(330초)^{주3)} (최종 피난완료시간)		1870 (총 피난인원 =1445+425)	85명 × 22층

참고 :

- 최대거주한계시간 : 재실자가 실내에 거주할 수 있는 최대 한계시간(가시거리 허용 한계 값(5m))
- 최종 피난완료시간 : 피난자가 각 층의 계단 출입구를 마지막으로 통과하는 시간과 아래층에서 계단으로 이동하는 피난자의 최종 시간을 비교하여 더 늦게 측정된 시간
- 피난안정성 평가: 최대거주한계시간 > 최종 피난완료시간

주1 : 피난자가 각층의 계단 출입구를 마지막으로 통과하는 시간

주2 : 아래층에서 계단으로 이동하는 피난자의 최종 시간

주3 : 제3절의 60층 건축물에 대한 25층 간격의 대피층 설치(3차 시뮬레이션) 결과(5분 26초(326초))와 다르게 나타난 이유는 Simulex에서의 재실자의 특성과 분포가 일정하지 않았기 때문임.

2. 99층 초고층 건축물의 거주한계시간과 최종 피난완료시간

(부록 표 7-2) 99층 초고층 건축물(중간 대피층 25층 간격)의 거주한계시간과 최종 피난완료 시간 비교

측정 지점(층)	거주한계시간(FDS) (가시거리5m)	최종 피난완료시간			
	시간	시간 ^{주1)}	시간 ^{주2)}	피난인원(명)	비고
88	3분 5초(185초)	1분 30초(90초)	-	131	옥상으로 피난
89	3분 51초(231초)	1분 50초(110초)	1분 50초(110초)	262	옥상으로 피난
90	4분 19초(259초)	2분 10초(130초)	2분 5초(125초)	393	옥상으로 피난
91	4분 44초(284초)	2분 30초(150초)	2분 25초(145초)	524	옥상으로 피난
92	5분 22초(322초)	2분 50초(170초)	2분 45초(165초)	655	옥상으로 피난
93	5분 26초(326초)	3분 10초(190초)	3분 5초(185초)	786	옥상으로 피난
94	5분 35초(335초)	3분 30초(210초)	3분 25초(205초)	917	옥상으로 피난
95	5분 42초(342초)	3분 50초(230초)	3분 45초(225초)	1,048	옥상으로 피난
96	5분 44초(344초)	4분 10초(250초)	4분 5초(245초)	1,179	옥상으로 피난
97	6분 2초(362초)	4분 25초(265초)	4분 25초(265초)	1,310	옥상으로 피난
98	6분 23초(383초)	4분 45초(285초)	4분 45초(285초)	1,441	옥상으로 피난
99	6분 38초(398초)	5분 5초(305초)	5분 5초(305초)	1,572	옥상으로 피난
옥상	6분54초(414초)	-	5분 25초(325초)	1,572	대피층(옥상)
총	6분54초(414초)	5분 25초(325초) ^{주3)}		1,572	

· 참고 :

- 최대거주한계시간(FDS) : 재실자가 실내에 거주할 수 있는 최대 한계시간 (가시거리 허용 한계 값(5m))
- 최종 피난완료시간(Simulex) : 피난자가 각 층의 계단 출입구를 마지막으로 통과하는 시간과 아래층에서 계단으로 이동하는 피난자의 최종 시간을 비교하여 더 늦게 측정된 시간
- 피난안정성 평가: 최대거주한계시간 > 최종 피난완료시간

주1 : 피난자가 각층의 계단 출입구를 마지막으로 통과하는 시간

주2 : 아래층에서 계단으로 이동하는 피난자의 최종 시간

주3 : 제3절의 99층 건축물에 대한 25층 간격의 대피층 설치(3차 시뮬레이션) 결과(5분 33초(333초))와 다르게 나타난 이유는 Simulex에서의 재실자의 특성과 분포가 일정하지 않았기 때문임.

1. 근린생활시설

- 가. 슈퍼마켓과 일용품(식품·잡화·의류·완구·서적·건축자재·의약품류 등) 등의 소매점으로서 동일한 건축물(하나의 대지안에 2동 이상의 건축물이 있는 경우에는 이를 동일한 건축물로 본다. 이하 같다) 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 미만인 것
- 나. 휴게음식점·제과점·일반음식점·기원·노래연습장 및 단란주점(동일한 건축물안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 150제곱미터 미만인 것에 한한다)
- 다. 이용원·미용원·일반목욕장·찜질방 및 세탁소(공장이 부설된 것을 제외한다)
- 라. 의원·치과의원·한의원·침술원·접골원·조산소·안마시술소 및 산후조리원
- 마. 정구장·탁구장·볼링장 또는 체육도장 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 동일 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 부분의 바닥면적의 합계가 500제곱미터 미만인 것
- 바. 금융업소·사무소·부동산중개업소·결혼상담소 등 소개업소·출판사·서점 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥 면적의 합계가 500제곱미터 미만인 것
- 사. 종교집회장·공연장이나 비디오물감상실업·비디오소극장업(영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제16호 가목 및 나목의 시설에 한한다. 이하 같다)으로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 300제곱미터 미만인 것
- 아. 제조업소·수리점·세탁소 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 동일한 건축물안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 미만이고, 「대기환경보전법」, 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 또는 「소음·진동규제법」에 의한 배출시설의 설치허가 또는 신고를 요하지 아니하는 것
- 자. 테니스장·체력단련장·에어로빅장·볼링장·당구장·실내낚시터·골프연습장 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 미만인 것
- 차. 사진관·표구점·학원(동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 미만인 것에 한하되, 자동차학원 및 무도학원을 제외한다)·독서실·고시원(같은 건축물에 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 미만인 것)·장의사·동물병원·총포판매소
- 카. 삭제 <2006.12.7>
- 타. 삭제 <2006.12.7>
- 파. 삭제 <2006.12.7>

하. 게임제공업, 멀티미디어문화콘텐츠설비제공업, 복합유통·제공업(음반·비디오물및게임물예관한 법률 제2조제9호·제10호 및 제12호의 규정에 의한 것을 말한다)으로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 미만인 것

거. 의약품도매점 및 자동차영업소로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 미만인 것

너. 가옥 내지 거목의 용도와 주택으로 사용하는 부분 또는 층이 있는 것

2. 위락시설

가. 근린생활시설에해당하지 아니하는 단란주점

나. 주점영업(유흥주점과 그 밖에 이와 비슷한 것을 포함한다)

다. 관광진흥법에 의한 유원시설업의 시설 그 밖에 이와 비슷한 것(근린생활시설에 해당하는 것을 제외한다)

라. 투전기업소 및 카지노업소

마. 무도장 및 무도학원

3. 문화집회 및 운동시설

가. 종교집회장 : 교회·성당·사찰·기도원·수도원·수녀원·제실·사당 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

나. 공연장 : 극장·영화상영관·연예장·음악당·서커스장·비디오물감상실·비디오물소극장 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

다. 집회장 : 예식장·공회장·회의장, 마권장외발매소, 마권전화투표 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

라. 관람장 : 경마장·자동차경주장 그 밖에 이와 비슷한 것 및 체육관·운동장으로서 관람석의 바닥면적 합계가 1천제곱미터 이상인 것

마. 전시장 : 박물관·미술관·과학관·기념관·산업전시장·박람회장 그 밖에 이와 비슷한 것

바. 동·식물원 : 동물원·식물원·수족관 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다.

사. 운동시설 : 다음의 1에 해당하는 것

(1) 탁구장·체육도장·테니스장·체력단련장·에어로빅장·볼링장·당구장·실내낚시터·골프연습장 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

(2) 체육관 : 관람석이 없거나 관람석의 바닥면적이 1천제곱미터 미만인 것

(3) 운동장 : 육상경기장·구기경기장·볼링장·수영장·스케이트장·롤러스케이트장·승마장·사격장·궁도장·골프장 등과 이에 부수되는 건축물로서 관람석이 없거나 관람석의 바닥면적이 1천제곱미터 미만인 것

4. 판매시설 및 영업시설

가. 도매시장(도매시장에 소재한 근린생활시설을 포함한다)

나. 소매시장 : 유통산업발전법에 의한 시장·전문점·할인점·백화점 및 쇼핑센터 그 밖에 이와 비슷한 것(그에 소재한 근린생활시설을 포함한다)

다. 상점 : 다음의 1에 해당하는 것(그에 소재한 근린생활시설을 포함한다)

(1) 제1호 가목에 해당하는 용도로서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적 합계가 1천제곱미터 이상인 것

(2) 제1호 하목에 해당하는 용도로서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적 합계가 500제곱미터 이상인 것

라. 여객자동차터미널 및 화물터미널

마. 철도역사(정비창 등 관련시설을 포함한다)

바. 공항시설(항공관제탑을 포함한다)

사. 항만시설 및 종합여객시설

5. 숙박시설

가. 일반숙박시설 : 호텔·여관·여인숙·모텔

나. 관광숙박시설 : 관광호텔·수상관광호텔·한국전통호텔·가족호텔 및 휴양콘도미니엄

다. 고시원(같은 건축물에 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것)

6. 노유자(老幼者)시설

가. 아동관련시설 : 아동복지시설·영유아보육시설·유치원 그 밖에 이와 비슷한 것

나. 노인복지시설 : 노인복지시설·경로당 그 밖에 이와 비슷한 것

다. 장애인시설 : 장애인재활시설·요양시설·이용시설·점자도서관

라. 그 밖의 다른 용도로 분류되지 아니한 사회복지시설 및 근로복지시설

7. 의료시설

가. 병원 : 종합병원·병원·치과병원·한방병원·정신보건시설 및 요양소

나. 격리병원: 전염병원·마약진료소 그 밖에 이와 비슷한 것

다. 장례식장

8. 공동주택 : 다음 각목의 1에 해당하는 것을 말한다.

가. 아파트 : 주택으로 쓰이는 층수가 5개 층 이상인 주택

나. 기숙사 : 학교 또는 공장 등의 학생 또는 종업원 등을 위하여 사용하는 것으로서 공동취사 등을 할 수 있는 구조이되, 독립된 주거의 형태를 갖추지 아니한 것

9. 업무시설

가. 동사무소·경찰서 및 소방서·우체국·보건소·공공도서관, 국민건강보험공단 그 밖에 이와 비슷한 용도로 사용하는 것

나. 발전소

다. 공공업무시설 : 국가 또는 지방자치단체의 청사와 외국공관의 건축물로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

라. 일반업무시설 : 금융업소·사무소·신문사 그 밖에 이와 비슷한 것으로서 근린생활시설에 해당되지 아니하는 것

마. 오피스텔 : 업무를 주로 하는 각 개별실에 일부 숙박을 할 수 있는 건축물

바. 군사시설

사. 마을공회당·마을공동작업소·마을공동구판장 그 밖에 이와 유사한 용도로 사용되는 것

아. 변전소·양수장·정수장·대피소·공중화장실 그 밖에 이와 유사한 용도로 사용되는 것

10. 통신촬영시설(건축법시행령 별표 1의 공공용시설을 말한다)

가. 방송국 : 방송프로그램제작시설 및 송신·수신·중계시설

나. 전신전화국

다. 통신용시설

라. 촬영소 그 밖에 이와 비슷한 것

11. 교육연구시설

가. 학교

(1) 초등학교(병설유치원을 포함한다)·중학교·고등학교·특수학교 : 「학교시설사업 촉진법」 제2조제1호 나목의 규정에 의한 교사(교실·도서실 등 교수·학습활동에 직·간접적으로 필요한 시설물을 말한다. 이하 같다)·체육관 및 「학교급식법」 제5조의 규정에 의한 급식 시설

(2) 대학·대학교 그 밖에 이에 준하는 각종 학교 : 교사

나. 교육원(연수원 그 밖에 이와 비슷한 것을 포함한다)

다. 직업훈련소

라. 학원(근린생활시설에 해당하는 것과 자동차운전학원·정비학원 및 무도학원을 제외한다)

마. 연구소(연구소에 준하는 시험소와 계량계측소를 포함한다)

바. 도서관

사. 청소년시설 : 다음의 1에 해당하는 것을 말한다.

(1) 생활권수련시설 : 청소년수련관·청소년문화의집 그 밖에 이와 비슷한 것

(2) 자연권수련시설 : 청소년수련원·청소년야영장 그 밖에 이와 비슷한 것

(3) 유스호스텔 : 청소년의 숙박 및 체제에 적합한 시설·설비에 부대·편익시설을 갖추고 숙박 편의 제공, 여행 청소년의 수련활동지원을 주된 기능으로 하는 시설

12. 공장

물품의 제조·가공(세탁·염색·도장·표백·재봉·건조·인쇄 등을 포함한다) 또는 수리에 계속적으로 이용되는 건축물로서 근린생활시설, 위험물저장 및 처리시설, 운수자동차관련시설, 위생관련시설로 따로 분류되지 아니한 것

13. 창고시설

위험물저장 및 처리시설 또는 그 부속용도에 해당하지 아니하는 시설로서 다음 각목의 1에 해당하는 것

가. 창고(물품저장시설로 냉장·냉동창고를 포함한다)

나. 하역장

14. 운수자동차관련시설

- 가. 항공기격납고
- 나. 주차용 건축물·차고 및 기계장치에 의한 주차시설
- 다. 세차장
- 라. 폐차장
- 마. 자동차검사장
- 바. 자동차매매장
- 사. 자동차정비공장
- 아. 자동차부속상
- 자. 자동차운전학원·정비학원
- 차. 주차장
- 카. 여객자동차운수업법·화물자동차운수사업법 및 건설기계관리법에 의한 차고 및 주차장

15. 관광휴게시설

- 가. 야외음악당
- 나. 야외극장
- 다. 어린이회관
- 라. 관망탑
- 마. 휴게소
- 바. 공원·유원지 또는 관광지에 부수되는 건축물
- 사. 군휴양시설

16. 동식물관련시설

- 가. 축사(부화장을 포함한다)
- 나. 가축시설 : 가축용운동시설·인공수정센터·관리사·가축용창고·가축시장·동물검역소·실험 동물사육시설 그 밖에 이와 비슷한 것
- 다. 도축장
- 라. 도계장
- 마. 버섯재배사
- 바. 종묘배양시설
- 사. 화초 및 분재 등의 온실
- 아. 식물과 관련된 마목 내지 사목의 시설과 비슷한 것(등·식물원을 제외한다)

17. 위생 등 관련시설

- 가. 분뇨 및 폐기물처리시설
- 나. 고물상
- 다. 폐기물재활용시설
- 라. 화장장
- 마. 납골당(제3호 가목의 종교집회장안에서 설치된 납골장을 제외한다)
- 바. 묘지에 부수되는 건축물

18. 교정시설

- 가. 교도소(구치소·소년원·소년분류심사원을 포함한다)
- 나. 감화원 그 밖에 범죄자의 갱생·보호·교육·보건 등의 용도에 사용하는 것

19. 위험물저장 및 처리시설

- 가. 위험물제조소 등
- 나. 가스시설 : 산소 또는 가연성가스를 제조·저장 또는 취급하는 시설 중 지상에 노출된 산소 또는 가연성가스 탱크의 저장용량의 합계가 100톤 이상이거나 저장용량이 30톤 이상인 탱크가 있는 가스시설로서 다음의 1에 해당하는 것
 - (1) 가스제조시설
 - (가) 고압가스안전관리법 제4조제1항의 규정에 의한 고압가스의 제조허가를 받아야 하는 시설
 - (나) 도시가스사업법 제3조의 규정에 의한 도시가스사업허가를 받아야 하는 시설
 - (2) 가스저장시설
 - (가) 고압가스안전관리법 제4조제3항의 규정에 의한 고압가스의 저장허가를 받아야 하는 시설
 - (나) 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제6조제1항의 규정에 의한 액화석유가스저장소의 설치허가를 받아야 하는 시설
 - (3) 가스취급시설
 - 「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」 제3조의 규정에 의한 액화석유가스충전사업 또는 액화석유가스집단공급사업의 허가를 받아야 하는 시설

20. 지하가(地下街)

지하의 공작물안에 설치되어 있는 점포·사무실 그 밖에 이와 비슷한 시설로서 연속하여 지하도에 면하여 설치된 것과 그 지하도를 합한 것

- 가. 지하상가
- 나. 터널 : 지하·해저 또는 산을 뚫어서 차량(궤도차량용을 제외한다) 등의 통행을 목적으로 만든 것

21. 지하구

전력·통신용의 전선이나 가스·냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합수용하기 위하여 설치한 지하공작물로서 사람이 점검 또는 보수하기 위하여 출입이 가능한 것 중 폭 1.8m 이상이고 높이가 2m 이상이며 길이가 50m 이상(전력 또는 통신사업용인 것은 500미터 이상)인 것

22. 문화재

문화재보호법에 의하여 문화재로 지정된 건축물

23. 복합건축물

하나의 건축물안에 제1호 내지 제20호의 것 중 2 이상의 용도로 사용되는 것. 다만, 다음 각 목의 1에 해당하는 경우에는 복합건축물로 보지 아니한다.

- 가. 관계법령에서 주된 용도의 부수시설로서 그 설치를 의무화하고 있는 용도 또는 시설
- 나. 주택법 제21조제1항제2호 및 제3호의 규정에 의하여 주택대지안에 설치하는 부대시설 또는 복리시설이 설치되는 특정소방대상물

- 다. 건축물의 주된 용도의 기능에 필수적인 용도로서 다음의 1에 해당하는 용도
- (1) 건축물의 설비·대피 및 위생 그 밖에 이와 비슷한 시설의 용도
 - (2) 사무·작업·집회·물품저장·주차 그 밖에 이와 비슷한 시설의 용도
 - (3) 구내식당·구내세탁소·구내운동시설 등 종업원후생복지시설 및 구내소각 시설 그 밖에 이와 비슷한 시설의 용도

비고

1. 내화구조로 된 하나의 특정소방대상물이 개구부(건축물에서 채광·환기·통풍·출입목적으로 만든 창이나 출입구를 말한다)가 없는 내화구조의 바닥과 벽으로 구획되어 있는 경우(이하 “완전구획”이라 한다)에는 그 구획된 부분을 각각 별개의 특정소방대상물로 본다.
2. 2 이상의 특정소방대상물이 다음 각 목의 1에 해당되는 구조의 복도 또는 통로(이하 이 표에서 “연결통로”라 한다)로 연결된 경우에는 이를 하나의 소방대상물로 본다.
 - 가. 내화구조로 된 연결통로가 다음의 1에 해당되는 경우
 - (1) 벽이 없는 구조로서 그 길이가 6미터 이하인 경우
 - (2) 벽이 있는 구조로서 그 길이가 10미터 이하인 경우. 다만, 벽 높이가 바닥에서 천장 높이의 2분의 1 이상인 경우에는 벽이 있는 구조로 보고, 벽 높이가 바닥에서 천장 높이의 2분의 1 미만인 경우에는 벽이 없는 구조로 본다.
 - 나. 내화구조가 아닌 연결통로로 연결된 경우
 - 다. 컨베이어로 연결되거나 플랜트설비의 배관 등으로 연결되어 있는 경우
 - 라. 지하보도, 지하상가, 지하가로 연결된 경우
 - 마. 방화셔터 또는 갑종방화문이 설치되지 아니한 피트로 연결된 경우
 - 바. 지하구로 연결된 경우
3. 제2호의 규정에도 불구하고 연결통로 또는 지하구와 소방대상물의 양쪽에 다음 각 목의 1에 적합한 경우에는 별개의 소방대상물로 본다.
 - 가. 화재 시 경보설비 또는 자동소화설비의 작동과 연동하여 자동으로 닫히는 방화셔터 또는 갑종방화문이 설치된 경우
 - 나. 화재 시 자동으로 방수되는 방식의 드렌처설비 또는 개방형스프링클러헤드가 설치된 경우
4. 위 별표의 특정소방대상물의 지하층이 지하가와 연결되어 있는 경우 당해 지하층의 부분을 지하가로 본다. 다만, 다음 지하가와 연결되는 지하층에 지하층 또는 지하가에 설치된 방화문이 자동폐쇄장치·자동화재탐지설비 또는 자동소화설비와 연동하여 닫히는 구조이거나 상부에 드렌처설비를 설치한 경우에는 지하가로 보지 아니한다.

특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등(「소방시설설치유지및안전관리에관한법률」 시행령 제15조 관련 <별표 4>)

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
소화설비	<p>1. 소화기구를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 수동식소화기 또는 간이소화용구를 설치하여야 하는 것. 다만, 노유자시설의 경우에는 투척용 소화기 등을 법 제9조제1항에 따라 소방방재청장이 정하여 고시하는 화재안전기준(이하 "화재안전기준"이라 한다)에 따라 산정된 소화기 수량의 2분의 1 이상으로 설치할 수 있다.</p> <p>(1) 연면적 33제곱미터 이상인 것</p> <p>(2) (1)에 해당하지 아니하는 시설로서 지정문화재 및 가스시설</p> <p>(3) 터널</p> <p>나. 자동식소화기를 설치하여야 하는 것 : 아파트</p> <p>2. 옥내소화전설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 및 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다. 다만, 아파트·업무시설 또는 노유자시설에는 호스릴옥내소화전설비를 설치할 수 있다.</p> <p>가. 연면적 3천제곱미터 이상(지하가중 터널을 제외한다)이거나 지하층·무창층(축사는 제외한다) 또는 층수가 4층 이상인 것 중 바닥면적이 600제곱미터 이상인 층이 있는 것은 전 층</p> <p>나. 지하가 중 터널로서 길이가 1천미터 이상인 터널</p> <p>다. 가목에 해당하지 아니하는 근린생활시설·위락시설·판매시설 및 영업시설·숙박시설·노유자시설·의료시설·업무시설·통신활영시설·공장·창고시설·운수자동차관련시설 또는 복합건축물로서 연면적 1천5백제곱미터 이상이거나 지하층·무창층 또는 층수가 4층 이상인 층 중 바닥면적이 300제곱미터 이상인 층이 있는 것은 전 층</p> <p>라. 건축물의 옥상에 설치된 차고 또는 주차장으로서 차고 또는 주차의 용도로 사용되는 부분의 면적이 200제곱미터 이상인 것</p> <p>마. 가목 및 다목에 해당하지 아니하는 공장 또는 창고로서 「소방기본법 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 750배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 것</p> <p>3. 스프링클러설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 어느 하나와 같다.</p> <p>가. 문화집회 및 운동시설(사찰·제실·사당 및 동식물원은 제외한다)로서 다음의 1에 해당하는 경우에는 전층</p> <p>(1) 수용인원이 100인 이상인 것</p> <p>(2) 영화상영관의 용도로 쓰이는 층의 바닥면적이 지하층 또는 무창층인 경우 500제곱미터 이상, 그 밖의 층의 경우에는 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>(3) 무대부가 지하층·무창층 또는 4층 이상의 층에 있는 경우에는 무대부의 면적이 300제곱미터 이상인 것</p> <p>(4) 무대부가 (3)호 외의 층에 있는 경우에는 무대부의 면적이 500제곱미터 이상인 것</p> <p>나. 판매시설 및 영업시설로서 다음의 1에 해당하는 경우에는 전층</p> <p>(1) 층수가 3층 이하인 건축물로서 판매시설 및 영업시설의 바닥면적 합계가 6천제곱미터 이상인 것</p> <p>(2) 층수가 4층 이상인 건축물로서 판매시설 및 영업시설의 바닥면적 합계가 5천제곱미터 이상인 것</p>

〈표 계속〉 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등(「소방시설설치유지및 안전관리에관한법률」 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉)

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
소화설비	<p>다. 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 전 층 다만, 주택법령에 의하여 기존의 아파트를 리모델링하는 경우로서 건축물의 연면적 총고가 변경되지 아니하는 경우에는 당해 아파트의 사용검사 당시의 소방시설 적용기준을 적용한다.</p> <p>라. 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 전 층</p> <p>(1) 노유자시설 또는 「정신보건법」 제3조제2호에 따른 정신보건시설(이하 "정신보건시설"이라 한다)로서 연면적 600제곱미터 이상인 것</p> <p>(2) 교육연구시설 중 숙박이 가능한 청소년시설로서 연면적 600제곱미터 이상인 것</p> <p>마. 천장 또는 반지(반자가 없는 경우에는 지붕의 옥내에 면하는 부분)의 높이가 10미터를 넘는 랙크식창고(선반 또는 이와 비슷한 것을 설치하고 승강기에 의하여 수납물을 운반하는 장치를 갖춘 것을 말한다)로서 연면적 1천5백제곱미터 이상인 것</p> <p>바. 지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>사. 가목 내지 마목에 해당하지 아니하는 특정소방대상물(생동창고를 제외한다)의 지하층·무창층(층사는 제외한다) 또는 층수가 4층 이상인 층으로서 바닥면적이 1천제곱미터 이상인 층</p> <p>아. 가목 내지 사목의 특정소방대상물에 부착된 보일러실 또는 연결통로 등</p> <p>자. 복합건축물 또는 교육연구시설 내에 있는 학생수용을 위한 기숙사로서 연면적 5천제곱미터 이상인 경우에는 전 층</p> <p>차. 마목에 해당하지 아니하는 공장 또는 창고로서 다음의 어느 하나에 해당하는 시설</p> <p>(1) 「소방기본법 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 1천 배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 시설</p> <p>(2) 「원자력법 시행령」 제2조제1호에 따른 중·저준위방사성폐기물(이하 "중·저준위방사성폐기물"이라 한다)의 저장시설 중 소화수를 수집·처리하는 설비가 있는 저장시설</p> <p>카. 교정시설 중 다음의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 장소</p> <p>(1) 교도소(구치소·소년원·소년분류심사원을 포함한다) 및 치료감호소의 수용거실</p> <p>(2) 「출입국관리법」 제52조제2항에 따른 보호장소(외국인보호소의 경우에는 피보호자의 생활공간으로 한정한다. 이하 같다)로 사용하는 부분. 다만, 보호장소가 입차건물에 있는 경우는 제외한다.</p> <p>(3) 「경찰관직무집행법」 제9조에 따른 유치장</p> <p>4. 간이스프링클러설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 어느 하나와 같다.</p> <p>가. 삭제 (2006.12.7)</p> <p>나. 근린생활시설로 사용하는 부분의 바닥면적 합계가 1천 제곱미터 이상인 것은 전 층</p> <p>다. 교육연구시설 내에 있는 합숙소로서 연면적 100제곱미터 이상인 것</p> <p>라. 노유자시설 또는 정신보건시설(입원실이 없는 정신과 의원은 제외한다)로서 다음의 어느 하나에 해당하는 시설</p> <p>(1) 해당 시설로 사용되는 바닥면적의 합계가 300제곱미터 이상 600제곱미터 미만인 시설</p> <p>(2) 해당 시설로 사용하는 바닥면적의 합계가 300제곱미터 미만이고, 창살(철재·플라스틱 또는 목재 등으로 사람의 탈출 등을 막기 위하여 설치한 것을 말하며, 화재 시 자동으로 열리는 구조로 되어 있는 창살은 제외한다)이 설치된 시설</p> <p>마. 건물을 임차하여 「출입국관리법」 제52조제2항에 따른 보호장소로 사용하는 부분</p> <p>5. 물분무 등 소화설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 어느 하나와 같다.</p> <p>가. 항공기격납고</p>

〈표 계속〉 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등(「소방시설설치유지 및안전관리에관한법률」 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉)

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
소화설비	<p>나. 주차용건축물(주차장법 제2조제1호의3의 규정에 따른 기계식주차장을 포함한다)로서 연면적 800제곱미터 이상인 것</p> <p>다. 건축물내부에 설치된 차고 또는 주차장으로서 차고 또는 주차의 용도로 사용되는 부분(건축법시행령 제119조제1항제3호 라목 규정의 피로티를 주차용으로 사용하는 경우를 포함한다)의 바닥면적의 합계가 200제곱미터 이상인 것</p> <p>라. 주차장법 제2조제1호의2의 규정에 의한 기계식주차장으로서 20대 이상의 차량을 주차할 수 있는 것</p> <p>마. 전기실·발전실·변전실(가연성 절연유를 사용하지 아니하는 변압기·전류차단기 등의 전기기기와 가연성 피복을 사용하지 아니한 전선 및 케이블만을 설치한 전기실·발전실 및 변전실을 제외한다)·축전지실·통신기기실 또는 전산실로서 바닥면적이 300제곱미터 이상인 것(동일한 방화구획 내에 2 이상의 실이 설치되어 있는 경우에는 이를 1개의 실로 보아 바닥면적을 산정한다). 다만, 내화구조로 된 공정제어실내에 설치된 주조정실로서 양압시설이 설치되고 전기기기에 220볼트 이하인 저전압이 사용되며 종업원이 24시간 상주하는 것을 제외한다.</p> <p>바. 소화수를 수집·처리하는 설비가 설치되어 있지 아니한 중·저준위방사성폐기물의 저장 시설. 다만, 이 경우에는 이산화탄소소화설비·할로겐화합물소화설비 또는 청정소화약제 소화설비를 설치하여야 한다.</p> <p>사. 지하가 중 길이가 3천 미터 이상으로서 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정안전부령으로 정하는 위험등급 이상에 해당하는 터널. 다만 이 경우에는 물분무소화설비를 설치하여야 한다.</p> <p>아. 「문화재보호법」 제2조제2항제1호 및 제2호에 따라 문화재로 지정된 건축물 중 소방방재청장이 문화재청장과 협의하여 정하는 것</p> <p>6. 옥외소화전설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설·지하구 또는 지하기중 터널을 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 지상 1층 및 2층의 바닥면적의 합계가 9천제곱미터 이상인 것. 이 경우 동일구내에 2 이상의 특정소방대상물이 행정안전부령이 정하는 연소우려가 있는 구조인 경우에는 이를 하나의 특정소방대상물로 본다.</p> <p>나. 「문화재보호법」 제5조에 따라 국보 또는 보물로 지정된 목조건축물</p> <p>다. 가목에 해당하지 아니하는 공장 또는 창고로서 「소방기본법 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 75배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 것</p>
경보설비	<p>1. 비상경보설비를 설치하여야 할 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 연면적 400제곱미터(지하가 중 터널 또는 사람이 거주하지 아니하거나 벽이 없는 축사를 제외한다)이거나 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 150제곱미터(공연장인 경우 100제곱미터) 이상인 것</p> <p>나. 지하가 중 터널로서 길이가 500미터 이상인 것</p> <p>다. 50인 이상의 근로자가 작업하는 옥내작업장</p> <p>2. 비상방송설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설·지하구 및 지하가 중 터널과 사람이 거주하지 않는 동식물관련시설을 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 연면적 3천5백제곱미터 이상인 것</p> <p>나. 지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 것</p> <p>다. 지하층의 층수가 3개층 이상인 것</p> <p>3. 누전경보기는 계약전류용량(동일 건축물에 계약종별이 다른 전기가 공급되는 경우에는 그 중 최대계약전류용량을 말한다)이 100암페어를 초과하는 특정소방대상물(내화구조가</p>

〈표 계속〉 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등〔소방시설설치유지 및안전관리에관한법률〕 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉)

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
경보설비	<p>아닌 건축물로서 벽·바닥 또는 반자의 전부나 일부를 불연재료 또는 준불연재료가 아닌 재료에 철망을 넣어 만든 것에 한한다)에 설치하여야 한다. 다만, 가스시설·지하구 또는 지하가 중 터널의 경우에는 그러하지 아니하다.</p> <p>4. 자동화재탐지설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 근린생활시설(일반목욕장을 제외한다)·위락시설·숙박시설·의료시설 및 복합건축물로서 연면적 600제곱미터 이상인 것</p> <p>나. 근린생활시설 중 일반목욕장·문화집회 및 운동시설·통신휘영시설·관광휴게시설·지하가(터널을 제외한다)·판매시설 및 영업시설·공동주택·업무시설·운수자동차 관련 시설·공장 및 창고시설로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>다. 교육연구시설(교육연구시설 내에 있는 기숙사 및 합숙소를 포함하며, 숙박시설이 있는 청소년시설은 제외한다)·동식물관련시설·위생 등 관련시설 및 교정시설로서 연면적 2천제곱미터 이상인 것</p> <p>라. 지하구</p> <p>마. 길이 1천미터 이상의 터널</p> <p>바. 연면적 400제곱미터 이상인 노유자시설 및 숙박시설이 있는 청소년시설로서 수용인원 100인 이상인 것</p> <p>사. 나목에 해당하지 아니하는 공장 및 창고시설로서 「소방기본법 시행령」 별표 2에서 정하는 수량의 500배 이상의 특수가연물을 저장·취급하는 것</p> <p>5. 자동화재속보설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 공장 및 창고시설 또는 업무시설(사람이 근무하지 아니하는 시간에는 무인경비시스템으로 관리하는 시설에 한한다)로서 바닥면적이 1천5백제곱미터 이상인 층이 있는 것</p> <p>나. 노유자시설로서 바닥면적이 500제곱미터 이상인 층이 있는 것</p> <p>다. 교육연구시설 중 청소년시설(숙박시설이 있는 건축물에 한한다)로서 바닥면적이 500제곱미터 이상인 층이 있는 것</p> <p>라. 「문화재보호법」 제5조에 따라 국보 또는 보물로 지정된 목조건축물</p> <p>6. 단독경보형감지기를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 연면적 1천제곱미터 미만의 아파트</p> <p>나. 연면적 1천제곱미터 미만의 기숙사</p> <p>다. 교육연구시설 내에 있는 합숙소 또는 기숙사로서 연면적 2천제곱미터 미만인 것</p> <p>라. 연면적 600제곱미터 미만의 숙박시설</p> <p>마. 제4호 바목의 규정에 해당되지 아니하는 청소년시설(숙박시설이 있는 것에 한한다)</p> <p>7. 시각경보기를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 제4호의 규정에 의한 자동화재탐지설비를 설치하여야 하는 특정소방 대상물 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것과 같다.</p> <p>가. 근린생활시설, 위락시설, 문화집회 및 운동시설, 판매시설 및 영업시설</p> <p>나. 숙박시설·노유자시설·의료시설 및 업무시설(군사시설을 제외한다)</p> <p>다. 통신휘영시설 중 방송국, 교육연구시설 중 도서관</p> <p>라. 지하상가</p> <p>8. 가스누설경보기를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설이 설치된 경우에 한한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 숙박시설·노유자시설·판매시설 및 영업시설</p> <p>나. 교육연구시설 중 청소년시설·의료시설·문화집회 및 운동시설</p> <p>9. 국토의계획및이용에관한법률 제2조제9호의 규정에 의한 공동구에는 화재안전기준이 정하는 바에 따라 통합감시시설을 설치하여야 한다.</p>

〈표 계속〉 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등(「소방시설설치유지 및안전관리에관한법률」 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉)

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
피난설비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 피난기구는 특정소방물의 모든 층에 화재안전기준에 적합한 피난기구를 설치하여야 한다. 다만, 피난층·지상1층·지상2층 및 층수가 11층 이상의 층과 가스시설·지하구 또는 지하가 중 터널의 경우에는 그러하지 아니하다. 2. 인명구조기구는 지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 관광호텔 및 5층 이상인 병원에 설치하여야 한다. 다만, 병원의 경우에는 인공소생기를 설치하지 아니할 수 있다. 3. 수용인원 100인 이상의 지하역사·백화점·전문점·할인점·쇼핑센터·지하상가·영화상영관에는 인명구조용 공기호흡기(충전기 및 보조마스크를 제외한다)를 층마다 2대 이상 비치하여야 한다. 4. 피난구유도등·통로유도등 및 유도표지는 별표 2의 특정소방대상물(지하구 및 지하가 중 터널을 제외한다)에, 객석유도등은 유흥주점영업(식품위생법시행령 제7조제8호 라목의 유흥주점영업 중 손님이 출입할 수 있는 무대가 설치된 카바레·나이트클럽 또는 그 밖에 이와 비슷한 영업에 한한다)과 문화집회 및 운동시설에 설치하여야 한다. 5. 비상조명등을 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 창고와 이와 비슷한 것은 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 지하층을 포함하는 층수가 5층 이상인 건축물로서 연면적 3천제곱미터 이상인 것 나. 가목에 해당하지 아니하는 특정소방대상물로서 그 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 450제곱미터 이상인 경우에는 그 지하층 또는 무창층 다. 지하가 중 터널로서 그 길이가 500미터 이상인 것 6. 휴대용비상조명등을 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 숙박시설 나. 수용인원 100인 이상의 지하역사·백화점·전문점·할인점·쇼핑센터·지하상가·영화상영관
소화용수설비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 상수도소화용수설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다. 다만, 상수도소화용수설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물의 대지 경계선으로부터 180미터 이내에 구경 75밀리미터 이상인 상수도용 배수관이 설치되지 아니한 지역에 있어서는 소화수조 또는 저수조를 설치하여야 한다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 연면적 5천제곱미터 이상인 것. 다만, 가스시설·지하구 또는 지하가 중 터널의 경우에는 그러하지 아니하다. 나. 가스시설로서 지상에 노출된 탱크의 저장용량의 합계가 100톤 이상인 것
소화활동설비	<ol style="list-style-type: none"> 1. 제연설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물은 다음 각 목의 1과 같다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 문화집회 및 운동시설로서 무대부의 바닥면적이 200제곱미터 이상 또는 문화집회 및 운동시설 중 영화상영관으로서 수용인원 100인 이상인 것 나. 근린생활시설·위락시설, 판매시설 및 영업시설, 숙박시설로서 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 1천제곱미터 이상인 것은 당해 용도로 사용되는 모든 층 다. 판매시설 및 영업시설 중 시외버스정류장·철도역사·공항시설·해운시설의 대합실 또는 휴게시설로서 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 1천제곱미터 이상인 것 라. 지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것 마. 지하가 중 길이가 500미터 이상으로서 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정안전부령으로 정하는 위험등급 이상에 해당하는 터널 바. 특정소방대상물(감복도형아파트를 제외한다)에 부설된 특별피난계단 또는 비상용승강기의 승강장 2. 연결송수관설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다. <ol style="list-style-type: none"> 가. 층수가 5층 이상으로서 연면적 6천제곱미터 이상인 것 나. 가목에 해당하지 아니하는 특정소방대상물로서 지하층을 포함하는 층수가 7층 이상인 것

〈표 계속〉 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설 등〔소방시설설치유지 및안전관리에관한법률〕 시행령 제15조 관련 〈별표 4〉

소방시설 등의 종류	소방시설 적용기준
소화활동설비	<p>다. 가목 및 나목에 해당하지 아니하는 특정소방대상물로서 지하층의 층수가 3개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>라. 지하가 중 터널로서 길이가 1천미터 이상인 것</p> <p>3. 연결살수설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 판매시설 및 영업시설로서 당해 용도로 사용되는 부분의 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>나. 지하층으로서 바닥면적의 합계가 150제곱미터 이상인 것. 다만, 「주택법 시행령」 제21조 제4항의 규정에 의한 국민주택규모 이하인 아파트의 지하층(대피시설로만 사용하는 것에 한한다)과 학교의 지하층에 있어서는 700제곱미터 이상인 것</p> <p>다. 가스시설 중 지상에 노출된 탱크의 용량이 30톤 이상인 탱크시설</p> <p>라. 가목 및 나목의 특정소방대상물에 부속된 연결통로</p> <p>4. 비상콘센트설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설 또는 지하구를 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 지하층을 포함하는 층수가 11층 이상인 특정소방대상물의 경우에는 11층 이상의 층</p> <p>나. 지하층의 층수가 3개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것은 지하층의 전 층</p> <p>다. 지하가 중 터널로서 길이가 5백미터 이상인 것</p> <p>5. 무선통신보조설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물(가스시설을 제외한다)은 다음 각 목의 1과 같다.</p> <p>가. 지하가(터널을 제외한다)로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것</p> <p>나. 지하층의 바닥면적의 합계가 3천제곱미터 이상인 것 또는 지하층의 층수가 3개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 이상인 것은 지하층의 전 층</p> <p>다. 지하가 중 터널로서 길이가 5백미터 이상인 것</p> <p>라. 지하구로서 국토의계획및이용에관한법률 제2조제9호의 규정에 의한 공동구</p> <p>6. 연소방지설비 및 방화벽은 지하구(전력 또는 통신사업용인 것에 한한다)에 설치하여야 한다.</p>

1. 개요

쿠알라룸푸르 시티 센터(KLCC : Kuala Lumpur City Center)는 말레이시아 쿠알라룸푸르의 황금의 삼각지대라 불리는 상업 중심지에 전략적으로 입지해 있으며, 면적만 약 100에이커에 달한다. 복합 단지로서 개발되어 사무용 건물과 상가, 호텔, 주거용 건물, 오락 시설, 호수, 그리고 공원 등으로 구성되어 있다.

페트로나스 트윈타워는 지하상가와 주차시설을 포함하여 KLCC건축물로는 처음으로 지어졌으며, 452m, 88층 높이의 쌍둥이 건물로 구성되어 있고, 41층과 42층의 통로를 통해 두 건물이 연결된다. 또한 주 건물에는 223m, 44층의 부속 건물이 달려있어 평면적을 최대로 활용하고 있다. 타워의 총 건평은 각기 약 218,000m²이다.

각 타워에는 승객용 2단(double deck) 엘리베이터 29대와 화물용 엘리베이터 3대, 그리고 2대의 업무용·화재용 엘리베이터가 설치되어 있다. 2단 엘리베이터는 승객 수송의 효율성을 높이기 위해 그룹화한 층별 운행구역을 정해놓고 있지만, 화재용 엘리베이터는 P1(지하)에서 입주 가능한 가장 높은 층인 86층에서 전 층까지 활용 가능하다.

말레이시아를 국제 멀티미디어 산업의 중심지로 발전시키려는 현지 정부의 노력에 부응하여 이 건물들은 지능형 설계 콘셉트를 반영한 빌딩관리시스템을 구비하고 있다.

페트로나스 트윈타워는 말레이시아 석유회사인 페트로나스의 본사 건물이다.



2. 소방안전 설계 콘셉트

KLCC는 도시 내부의 또 다른 도시로 인식될 수 있다. 따라서, 소방안전에 대한 내부서비스 확보가 필수적이다. 말레이시아의 소방구조부에서 센터의 1차적인 소방안전을 책임지고 있으며, 소방서는 2차적인 소방 임무를 담당한다.

페트로나스 트윈타워의 총 입주 가능인구는 건물당 약 4,000명이다. 소방안전프로그램은 입주자의 안전을 확보할 뿐 아니라, 사고가 발생할 경우 이 다층 임대건물의 운용기능제한을 최소한으로 줄일 수 있도록 설계되어 있다.

소방안전시스템설계의 개발목표는 다음과 같다.

- 화재로부터 건물 입주자의 위험과 자산피해 및 다운타임을 최소한으로 한다.
- 내부소방안전을 기준으로 프로젝트의 소방안전목표를 달성한다.
- 비상사태 발생 시 운용되는 빌딩안전시스템의 기능을 최대화하기 위해 통합적인 시스템 신뢰도를 확보한다.
- 폭력사태나 자연재해로 인한 피해가능성을 최소화하고 리던던시 기능을 적용함으로써 프로젝트의 소방안전목표를 달성한다.
- 관리의 복잡성을 줄이고 건물운영에 드는 노력을 덜기 위해 간단하고 합리적인 운영방법을 도입한다.
- 타워 내부로의 소방대원의 효율적인 접근과 임무수행을 위한 시설을 확보한다.

소방안전시스템 및 기능은 다음을 포함하고 있다.

- 자동 화재 경보 시스템
- 자동 스프링클러 시스템
- 소방 호스 배출 시스템
- 연기 통제 시스템
- 소방대원의 통신 시스템
- 소방대원용 엘리베이터
- 비상 발전기
- 비상 탈출 및 탈출 보호 설비
- 화재 봉쇄 기능
- 소방명령체계 및 통제센터

3. 화재 경보 시스템

각 타워에는 별도의 화재경보시스템이 설치되어 있으며, 각 시스템은 연기 및 열 감지기와 수동 통화 접속 지점, 스프링클러 시스템 감시용 Tamper(탐퍼)스위치와 Flow(플로우)스위치, 스피커와 플래시 라이트, 확장장치, 소방대원의 통신·양방향 인터콤 시스템 등을 포함한다. 또한, 시스템이 분배처리가 가능한 다중시스템에 기반하여 직접 컴퓨터와 접속되므로, 화재 통제국(Fire Command Station)의 중앙처리관리가 실패로 끝날 경우 자동소방안전관리기능이 작동되도록 설계되어 있다. 즉, FAS(Fire Alarm System : 화재경보시스템)는 LAN을 경유한 독자적인 네트워크를 구성하고 있어, 화재 통제국을 중심으로 한 중앙집중식관리체계를 구축한다.

각 네트워크 시스템은 주 화재 통제국과 백업 화재 통제국의 2개 화재 통제국으로 구성된다. 주 화재 통제국은 두 건물 모두 1층의 중앙화재통제실(CFCR : Central Fire Command Room)에 설치되어 있다. CFCR은 매일 24시간 운영되며 화재 발생에 대비하여 말레이시아 소방 구조부와의 핫라인이 연결되어 있어 신속하고 체계적인 대응이 가능하다.

통제센터는 독립적으로 구성된 개별화재경보시스템용 컬러 그래픽 디스플레이 패널을 설치하고 있으며 다음과 같은 기능을 제공한다.

- ① 에어컨, 배기 송풍기 시스템, 연기 제이기, 소방 통신, 음성통신 등의 관리 및 표시기, 비상구조관리 및 LED 표시기
- ② 승강기 및 비상 발전기 관리 및 표시기

백업화재통제국센터(BFCR : Back-up Fire Command Station Centre)는 각 타워의 6층에 위치해 있으며, 주 제이기, 컬러그래픽, 소방통신관리 및 구조관리 등으로 구성된다. 주 화재 통제국에서 장애가 있을 경우 백업화재통제국이 자동으로 타워의 화재경보시스템을 관리하게 된다.

정상적인 건물 운영 시에는 소방안전시스템 구성장비를 빌딩제어시스템(BCS : Building Control System)에서 감시, 제어한다. 그러나 화재가 발생하면 화재 통제국의 화재경보시스템으로 통제권이 이관되며 BCS 명령의 상위 명령체계를 구성한다.

화재 발생 시 UBBL은 정상 전력 공급 장애를 10초 이내에 복구하여 비상 발전기를 가동한다. 비상 발전기는 모든 비상 화재 시스템과 소방용 엘리베이터를 포함한 통풍시스템, 급수기, 연기배출시스템 등의 생명안전장치를 작동시키는데 충분한 전력을 공급해야 한다.

각 타워에는 디젤 동력의 11kV급 발전기 2대가 별도로 설치되어 있으며 서로 맞은편 건물에 인접해 있다. 이 발전기는 11kV급 케이블을 사용하여 서로 연결되므로 로드 셰어링이 가능하다. 따라서, 어떠한 경우에도 양쪽 건물 모두의 소방 안전이 확보될 수 있다.

4. 화재안전시스템

자동스프링클러시스템이 초기 화재 진압단계에서 화재를 통제하거나 불길을 잡는다. 스프링클러는 건물 내의 물탱크를 통해 급수되며 물탱크는 도시 상수원으로부터 자동 급수된다. 물탱크의 용량은 타워 내부의 물 수요에 따라 정해지며 별도의 소방전용탱크가 있다.

또한, 말레이시아 소방구조부의 소방대원에게 제공되는 별도의 급수관(배수탑)이 설치되어 있다. 이 배수탑은 스프링클러 배수탑과 동일한 구역에 설치되며 각 구역에는 개별 보조 펌프가 구비되어 있다.

훈련받은 건물관리직원들이 사용할 수 있도록 손으로 작동되는 호스라인도 설치되어 있다.

각 건물의 화재경보시스템을 통해 작동하는 모든 화재안전시스템을 감시한다는 점을 다시 한번 강조하고자 한다.

건물 화재로 인해 발생하는 연기가 소방대원이나 탈출을 시도하는 입주자들에게 열기 자체보다 더 큰 문제점으로 작용하는 경우가 많다. 눈을 자극하고 가시성을 떨어뜨리기 때문에 앞을 보기 어려워지므로 빌딩 입주자가 주위 환경에 친숙하지 않은 경우, 탈출경로와 비상구를 찾아내기가 불가능할 수도 있다.

5. 연기관리제어

연기제어시스템은 빌딩 내 연기의 확산을 최소한도로 억제함으로써 안전한 탈출을 돕는다.

말레이시아 빌딩 건축 규정 통일안(UBBL : Uniform Building By-Laws)은 고층건물의 연기제어목표를 다음 두 가지로 압축하고 있다.

- ① 빌딩 입주자의 탈출시설활용을 극대화
- ② 소방대원의 화재 진압·구조 작업 지원

화재가 발생하면 연기제어시스템이 해당 층에 경보를 울리고 위아래층과 특정구역 비상통로의 기압을 일정한 수준으로 유지한다. 이를 통해 화재가 발생한 층의 기압이 다른 층 공간과 해당 층의 승강기 통로보다 상대적으로 낮아지도록 하여, 연기가 해당 층에 봉쇄되고 배출되도록 유도한다. 또한, 화재경보가 발생한 층을 제외한 모든 층의 공기를 조절하여 화재의 영향을 받지 않은 다른 층 입주자들의 일상적인 활동을 지원한다.

화재 발생층의 불길과 연기를 봉쇄하는 동시에 탈출경로를 보호하여 빌딩입주자를 안전하게 소개시킬 수 있다.

6. 건물 소개

각 타워는 비상탈출용으로 엘리베이터 층별 운행과 건물 간 연결통로(스카이 브리지)를 이용하여 중간층인 41층과 42층에서 효과적으로 건물을 분할한다. 미리 짜여진 계획에 따라 스카이 로비는 타워 간 입주민 이동 및 탈출용 왕복 엘리베이터 사용을 위한 보호구역으로 설계되었다. 스카이 로비는 독립적인 화재 구역으로 봉쇄되며 피난처로서의 기능을 다하기 위해 별도의 HVAC 시스템이 지원된다.

화재안전계획에 따르면, 고층용 엘리베이터가 운행되는 층에 화재가 발생한 경우 왕복 엘리베이터(지상 1층의 로비와 스카이 로비 간을 직행 왕복)를 사용하여 입주민들을 소개한다. 한편, 스카이 브리지는 양 건물의 스카이 로비를 연결하므로 인근 건물로의 수평 탈출경로가 될 수 있다.

탈출 방법은 다음 2가지 소개 시나리오를 통해 연구되었다.

- ① 구역별 소개
- ② 건물 전체 소개

건물 전체 소개는 건물 운영을 정지시키기 때문에 절대적으로 필요한 경우에만 할 수 있다. 이외의 경우, 화재안전계획은 화재발생 층 및 그 위아래층에 입주한 사람들의 피신을 포함하여 구역별 소개를 전제로 한다. 위의 소개 대상 층의 위아래층 입주자의 소개는 화재가 다음 단계로 확산될 경우에만 이루어진다.

건물 전체 소개의 경우 모든 입주민은 건물에서 (구역별로) 순차적으로 안전하게 탈출하여 1층의 일정장소에 모인다.

7. 비상대책관리

비상대책계획(Emergency Response Plan)은 KLCC 안전팀이 말레이시아 소방 안전 구조부와 의 협의로 마련한 것으로 페트로나스 트윈타워의 전반적인 위험 및 영향관리 운영 시스템을 구성하는 필수 요소 중의 하나이다.

이 문서는 말레이시아 직업 안전 및 보건법에 부합되며 비상사태 발생 시 통제기구, 통신시스템, 모든 직원이 지켜야 할 의무 등에 관한 상세한 사항 및 절차로 이루어져 있다. 이 문서는 빌딩 관리자, 입주자·임차인, 계약직원, 방문자 등에게 각자의 책임과 비상시 취해야 할 필요한 행동 등을 교육하고 정보를 제공하기 위해 사용된다.

KLCCUH는 비상사태가 발생했을 때 신속하고도 효율적인 대응을 할 수 있도록 입주자·임차인에 대한 정기 교육을 실시하여 관련절차 및 지침을 숙지하도록 한다.

건물 전체 및 구역별 소개 훈련을 실시하여 입주자·임차인이 소개 절차에 익숙해지도록 한다.

8. 화재보호시스템의 운영 및 관리

다음과 같은 3가지 접근 방식이 있다.

- ① 예방 차원의 유지 관리
- ② 예측 차원의 유지 관리
- ③ 시정 차원의 유지 관리

예방 및 예측 차원의 유지 관리를 위해서는 KLCCUH는 컴퓨터화된 유지 관리 소프트웨어(CMMS : Computerized Main tenance Management Software)를 활용하며 예방 차원의 유지 관리 일정 작성, 인력 배치 및 감독, 추적 장비 이력, 재고 조사 등을 수행한다.

화재 보호 시스템 유지 관리 활동에는 펌프 및 플로우 경보 스위치와 탬퍼 스위치, 밸브 운환제 등에 대한 정기검사 일정이 포함된다.

또한 매년 모든 화재 보호 장비의 회로 인터페이스에 대한 검사 및 조정을 실시한다.

예측 차원의 유지 관리 절차는 장애발생 전에 문제점을 탐지하기 위해 도입된 것으로 다음과 같은 절차를 채용하고 있다.

- ① 화재 보호 시스템 전기 장비 전반에 걸친 적외선 테스트
- ② 소방 펌프 전체에 대한 진동 분석
- ③ 먼지나 이물질로 인한 급수 시스템의 정체 현상을 예방하는 수 처리 분석

자체적으로 행하는 정기 테스트와 화재 보호 시스템 검사에 덧붙여, 외부 컨설턴트 및 말레이시아 화재 구조부가 참관하는 연례 테스트 및 검사를 실시하도록 되어 있다.

상기 내용은 MEP 장비 및 다수의 시스템이 설치된 타워 건물에 대한 KLCCUH의 운영 및 유지 보수 프로그램의 일부를 구성하고 있다.

가장 엄격한 수준의 표준에 부합하기 위하여, 자체 직원 및 외부 유지 보수 인력에 대한 설치 장비 및 시스템의 운영 및 유지 보수 교육 훈련이 광범위하고 체계적으로 실시되고 있다.

9. 결론

452m 높이에 수천명의 사람들을 위한 공간을 제공한다는 점에서, 페트로나스 트윈타워 빌딩과 건물 입주자의 안전을 보장하는 일은 효율적인 화재안전프로그램을 통해 달성해야 할 극히 중요한 목표라고 할 수 있다.

타워에 설치된 화재안전시스템 및 기능에 기초하여 수많은 종류의 화재안전성능평가 연구가 수행되었다.

중요한 점은 이 시스템이 포괄적인 리던던시 기능을 갖추고, 비상사태 발생 시 모든 안전 시스템이 제 기능을 최대한 발휘할 수 있도록 통합적인 신뢰도를 유지하도록 설계되었다는 것이다.

또한 타워 내의 사람들·입주자들이 비상소개절차를 교육받음으로써 화재발생에 익숙히 대비하고 있다는 점도 주목해야 한다.

시스템이 언제나 동일한 신뢰도를 갖도록 하기 위해서는 자격을 갖춘 직원에 대한 교육과 운영 및 유지보수규정 준수, 그리고 화재안전시스템에 대한 높은 인지도 등을 모두 갖추어야 한다.

10. 참고서적

1. "Fire Safety at KLCC - A Challenge and Opportunity", D-J Boehmer, W.A.Webb 공저 *Structural Design, Codes and Special Building Projects*에서 발췌, 고층 건물 및 도시 환경 위원회 간행
2. 논문 "Fire Safety of the World's Tallest Twin Towers", Dato' Soh Chai Hok 저
3. *Emergency Response Plan for the Petronas Twin Towers*, KLCC(H) 간행

고강도 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준 (국토해양부 고시 제2008-334호)

국토해양부 고시 제2008-334호

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조 제3호 및 제5호의 규정에 의한 설계기준강도 50MPa 이상의 콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리에 관한 사항을 다음과 같이 고시한다.

2008년 7월 21일

국토해양부장관

제1조(기준의 목적) 이 기준은 건축법시행령 제2조의 내화구조와 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙(이하 ‘규칙’이라 한다) 제3조의 규정에 의하여 설계기준강도 50MPa 이상의 콘크리트(이하 “관리대상 콘크리트”라 한다)를 사용한 기둥·보의 내화성능 확인기준과 방법 등을 정함을 목적으로 한다.

제2조(대상부재) 이 기준은 관리대상 콘크리트를 사용한 기둥 및 보를 대상으로 하며 내화성능 확인을 위한 시험체는 현장과 동일한 재료, 공법, 철근배근 및 피복두께 등을 반영한 기둥형 시험체로 제작·시험한다.

제3조(시험체의 구성) 관리대상 콘크리트 내화성능 시험체는 콘크리트와 철근, 철골 등으로 구성되며 기둥 또는 보에 내화성능 확보를 위한 재료 및 공법을 포함한 것으로 한다. 다만 수시로 변경 가능한 최종 마감재는 제외한다.

제4조(내화성능기준) 관리대상 콘크리트 기둥·보의 내화성능은 KSF2257-1(건축부재의 내화시험방법 일반요구사항)에서 제시하는 표준시간-가열온도곡선에 의하여 별표 2의 규정에 의한 시험을 실시한 결과, 시험체 모두 내화구조 성능기준(국토해양부 고시 제2005-122호)에서 규정한 시간까지 주철근의 온도가 평균 538°C, 최고 649°C 이하이어야 한다.

제5조(시험체의 제작 및 시험의뢰) 관리대상 콘크리트를 사용한 기둥형 시험체는 다음 각 호의 규정에 따라 제작한다.

- ① 관리대상 콘크리트 기둥 및 보의 내화성능을 확인하기 위한 시험체는 별표 1에 따라 기둥형 시험체 2개를 제작하여 시험하여야 한다.
- ② 시험체의 제작 및 시험의뢰는 다음 각 호에 해당하는 자가 할 수 있으며 시험체 도면, 재료, 공법, 제작일, 양생온도, 양생기간 및 관련 사항을 별지 서식1호에 따라 작성·기록하여 시험의뢰 시 제출하여야 한다.

1. 건설산업기본법 제9조의 규정에 따라 등록된 일반 건설업을 영위하는 자(직영공사인 경우에는 건축주를 말한다)
2. 콘크리트 또는 내화구조를 구성하는 주요재료·제품의 생산 및 제조자
3. 건설현장의 감리자

제6조(시험방법 및 시험성적서 등) 관리대상 콘크리트 기동형 시험체의 내화성능을 평가하기 위한 시험방법은 수직부재용 가열로를 이용하는 경우 KS F 2257-7의 시험방법에 의하되 비재하가열시험인 경우 수평부재용 가열로를 이용하며 이 경우 구체적인 시험방법 및 시험성적서 등은 별표 2에 따른다.

제7조(전문위원회 운영 등)

- ① 시험기관은 이 기준의 콘크리트 내화성능 관리를 위하여 콘크리트·재료·구조 등의 전문가로 구성된 전문위원회를 운영할 수 있다.
- ② 전문위원회에서는 다음 각 호의 사항을 심의·자문할 수 있다.
 1. 관리대상 콘크리트의 표준내화공법
 2. 기타 시험기관이 필요하다고 인정하는 사항 등

제8조(내화성능 관리) 관리대상 콘크리트를 사용한 기동·보에 대한 내화성능은 다음과 같이 관리한다.

- ① 이 기준에 따라 국가표준기본법 제23조 제2항의 규정에 의하여 인정을 받은 시험기관에서 시험하여 제4조의 내화성능기준에 적합한 경우, 내화성능이 있는 것으로 본다.
다만, 관리대상 콘크리트 중 설계기준강도 60MPa 이하의 경우 제4조의 규정에 의한 내화성능기준에 적합하도록 구조보강을 하여 구조기술사가 이를 확인·서명한 경우에는 시험을 실시하지 않을 수 있다.
- ② KS F 2257-7 또는 ISO 834-7의 재하가열시험방법에 의하여 국외의 시험기관에서 성능이 확인된 경우, 해당구조의 내화성능이 있는 것으로 본다.
- ③ 이 기준에 의하여 관리대상 콘크리트 내화성능시험을 실시하여 내화성능이 있는 것으로 확인한 경우, 그 설계기준강도 이하의 콘크리트를 사용한 기동 또는 보에 동일한 재료, 공법 등을 적용한 경우에는 별도의 시험을 실시하지 않을 수 있다. 다만, 기동형 시험체의 단면적보다 작은 경우에는 적용에서 제외한다.
- ④ 관리대상 콘크리트의 내화시험 성적서 유효기간은 3년으로 하고, 동 콘크리트와 동일한 조건의 재료 또는 공법 등을 적용하는 관리대상 콘크리트는 내화시험을 실시하지 아니하고 유효기간 이내의 시험성적서로 갈음할 수 있다.
- ⑤ 감리자는 관리대상 콘크리트 부재의 내화성능 시험성적서 또는 제8조제1항 단서규정에 의한 확인서와 현장의 일치여부 등을 확인하여야 한다.

부 칙

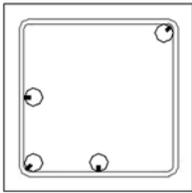
제1조(시행일) 이 기준은 고시한 날로부터 시행한다.

제2조(일반적 경과규정) 이 기준 시행당시 건축허가를 신청 중인 경우와 건축허가 및 건축신고를 받은 건축물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다.

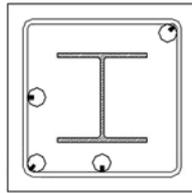
[별표 1]

관리대상 콘크리트 내화성능 시험체 제작방법(안)

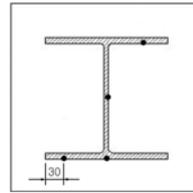
- ① 시험체 단면은 현장에서 관리대상 콘크리트를 사용하는 기둥의 단면 중 가장 작은 단면(단면적 기준)의 기둥과 동일하게 제작한다.
- ② 내화성능 시험용 기둥의 높이는 1.5m로 한다.
- ③ 시험체 제작 시 콘크리트의 배합 및 철근의 배근량, 배근방법, 피복두께 및 내화성능 확보를 위한 재료, 공법 등은 시공현장과 동일하게 적용하여 제작한다. 단 수시로 변경 가능한 최종마감재 등은 제외한다.
- ④ 온도측정은 시험체의 1/2 높이에서 아래 그림위치의 주철근에서 측정하며, 온도측정용 열전대는 한국산업규격에서 정한 기둥의 내화시험방법의 규격에 준하여 콘크리트 타설 전에 피복방향의 주철근 표면에 고정을 위한 구멍을 뚫고 철근내부에 온도센서를 미리 삽입하여 설치한다.



철근콘크리트 구조

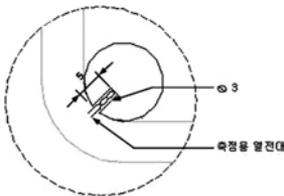


철골철근콘크리트 구조

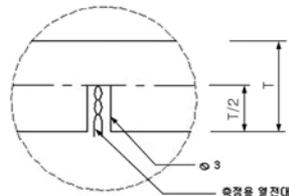


철골조

[열전도 설치 및 온도측정 위치]



철근콘크리트 구조,
철골철근콘크리트 구조



철골조 (관리대상 콘크리트 적용)

[열전도 설치 상세]

- ⑤ 철골철근콘크리트 기둥형 시험체의 경우, 외부의 주철근에 온도센서를 설치하며, 철골만 배치 되는 경우에는 한국산업규격에서 정한 기둥의 내화시험방법의 열전대 위치를 따른다.
- ⑥ 시험체 제작 시 콘크리트 타설방법은 수직타설을 원칙으로 한다.
- ⑦ 양생은 상온의 실내에서 실시하며, 양생기간은 3개월 이상을 원칙으로 한다. 다만 의뢰자의 요청이 있는 경우 최소 28일 이상으로 할 수 있다.
- ⑧ 시험체 제작 시 압축강도 시험을 위한 별도의 시험체를 제작하여 동일한 방법으로 양생하며, 국가표준기본법 제23조 제2항의 규정에 의하여 인정을 받은 시험기관에서 발급한 압축강도 성적서 또는 시험체를 내화시험 의뢰 시 제공하여야 한다.

[별표 2]

관리대상 콘크리트 내화성능 시험방법(안)

1. 시험체확인

1.1 제품 세부도면 확인

- 가) 시험체의 단면도, 입면도, 배근도 등
- 나) 시험체에 설치된 콘크리트, 철근, 철골 이외의 재료에 대한 설명서 등

1.2 구성재료 및 시험체의 확인

제출도면과 시험체에 사용된 재료의 동일 여부에 대한 확인서의 확인

1.3 시험체 구성재료 및 제작확인

- 가) 시험체에 사용된 콘크리트 재료(내화대책 포함 시에 한한다)·구조·공법 등에 의한 내화대책
- 나) 관리대상 콘크리트의 적용위치·부위 등
- 다) 시험에 사용된 관리대상 콘크리트의 슬럼프, 공기량, 굵은 골재 최대치수
- 라) 시험체의 제작일 및 양생기간과 양생조건
- 마) 관리대상 콘크리트의 설계기준강도
- 바) 시방서

2. 시험절차

- 2.1 관리대상 콘크리트 부재의 내화시험은 91일 압축강도가 설계기준강도 이상임을 확인한 후 시험을 수행한다. 다만 의뢰자의 요청이 있는 경우 재령 28일 이상의 압축강도가 설계기준강도 이상이 되는 것을 확인한 후 시험을 수행할 수 있다.
- 2.2 관리대상 콘크리트 부재에 대한 시험체 제작 및 시험의뢰는 건설산업기본법 제9조의 규정에 따라 등록된 일반건설업을 영위하는 자(직영공사인 경우에는 건축주를 뜻한다) 또는 콘크리트, 내화구조를 구성하는 주요재료, 제품의 생산 및 제조자, 시공현장인 경우 감리자가 제출한 1.의 확인서를 통하여 적절한 제조 및 양생을 확인한 후 내화시험을 실시한다.

- 2.3 시험은 동시에 제작된 2개의 시험체에 대하여 실시한다.
- 2.4 시험종료 후, 시험체를 파괴하여 제출된 1. 시험체 확인사항과 동일여부를 확인하여야 한다. 다만 제출된 내용과 시험체가 상이한 경우, 시험성적서를 발급하지 않는다.

3. 시험방법

3.1 시험체 설치

- 가) 시험은 수평가열로를 이용하여 시행한다.
- 나) 수평가열로 하부에 ALC패널 등을 이용하여 시험체 중앙이 화구의 높이에 맞도록 설치한다.
- 다) ALC 등의 패널위에 세라믹울을 50mm 설치하여 시험체 하부로의 열전달을 막는다.
- 라) 시험체는 양측면의 화구로부터 등간격이 되도록 시험체의 중심과 로의 중심선이 일치하게 설치하며, 시험체 간의 거리는 ALC 등의 패널위에서 가능한 멀리 이격시킨다.
- 마) 시험체 상부에 세라믹울을 50mm 이상 덮어 상부로의 열전달을 차단하고, 철사 또는 벽돌 등으로 고정한다.

3.2 내화시험실시

- 가) 기동형 시험체의 크기에 따라 2개 또는 1개의 시험체를 설치하고, 온도측정 부위별 열전대를 연결한다.
- 나) 내화시험은 KS F 2257-1(건축부재의 내화시험방법-일반요구사항)의 표준시간-가열온도곡선을 이용하여 해당성능의 시간까지 가열한다.
- 다) 시험 중 시험체에 설치된 열전대를 이용하여 시험체 내부의 온도를 측정한다.
- 라) 시험 중 시험체의 온도가 성능기준을 초과할 경우 그 직전을 내화성능으로 하며 성능기준을 초과하지 않을 경우, 종료시간을 내화성능으로 한다.

4. 시험성적서

- 4.1 시험성적서의 유효기간은 발급일로부터 3년으로 한다. 단, 구성재료 및 공법 등이 변경된 것은 성능이 확인된 것으로 볼 수 없다.
- 4.2 시험성적서에는 1. 시험체 확인의 도면 제반사항 등 성능에 영향이 있는 것은 모두 명기한다.

[별지 1호 서식]

관리대상 콘크리트 시험체 제출자료 확인 체크리스트

1. 신청개요

업체명(현장명)		의뢰내용	내화시험 분 회
시험체명		확인일자	년 월 일
접수번호		시험예정일	

2. 제출자료 확인

구분	검사항목	확인사항
신청자 서류점검	1. 시험체의 단면도, 입면도, 철근배근도 및 기타재료에 대한 설명서	
	2. 콘크리트에 적용된 재료·구조 및 내화공법 적용부위와 위치 등 내화대책 관련서류	
	3. 시험체에 사용된 고강도콘크리트의 슬럼프, 공기량, 굵은 골재 최대치수 등	
	4. 공인시험기관에서 발행한 압축강도 시험성적서 또는 시험 의뢰용 압축강도 시험체	
	5. 시험체 제작 확인서(제작일, 양생기간 및 조건)	
기 타		

시험체 제작 및 제출자료 확인자	(성명)	(인)
의뢰자	(성명)	(인)
시험자	(성명) (인)	기술 책임자 (성명) (인)

내화구조의 성능기준(건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조제8호 관련 <별표 1>)

[별표 1] <신설 2010.4.7>

내화구조의 성능기준(제3조제8호 관련)

(단위 : 시간)

용도		구성 부재		벽						보·기둥	바닥	지붕틀
				외벽			내벽					
				내력벽	비내력		내력벽	비내력				
연소우려가 있는 부분(가)	연소우려가 없는 부분(나)	간막이벽(다)	샤프트실구획벽(라)									
용도구분 (1)	용도규모(2) 층수 / 최고높이(m)											
일반시설	업무시설, 판매 및 영업시설, 공공용시설 중 군사시설·방송국·발전소·전신전화국·촬영소 기타 이와 유사한 것, 통신용시설, 관광휴게시설, 운동시설, 문화 및 집회시설, 제1종 및 제2종근린생활시설, 위락시설, 묘지관련시설 중 화장장, 교육연구 및 복지시설, 자동차관련시설(정비공장 제외)	12 / 50	초과	3	1	0.5	3	2	2	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1.5	1.5	2	2	0.5
	4 / 20 이하		1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5	
주거시설	단독주택 중 다중주택·다가구주택·공관, 공동주택, 숙박시설, 의료시설	12/50	초과	2	1	0.5	2	2	2	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
		4 / 20 이하		1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5
산업시설	공장, 창고시설, 분뇨 및 쓰레기처리시설, 자동차 관련시설 중 정비공장, 위험물저장 및 처리시설	12/50	초과	2	1.5	0.5	2	1.5	1.5	3	2	1
			이하	2	1	0.5	2	1	1	2	2	0.5
		4 / 20 이하		1	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5

비고 1

- (1) 건축물이 하나 이상의 용도로 사용될 경우, 가장 높은 내화시간의 용도를 적용한다.
- 건축물의 부분별 높이 또는 층수가 상이할 경우, 최고 높이 또는 최고 층수로서 상기 표에서 제시한 부위별 내화시간을 건축물 전체에 동일하게 적용한다.
- (2) 건축물의 층수와 높이의 산정은 건축법 시행령 제119조에 따르되 다만, 승강기탑, 계단탑, 망루, 장식탑, 옥탑 기타 이와 유사한 부분은 건축물의 높이와 층수의 산정에서 제외한다.

비고 2

- (가) 건축물의피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제22조제2항에 따른 부분
(나) 건축물의피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제22조제2항에 따른 부분을 제외한 부분
(다) 건축법령에 의하여 내화구조로 하여야 하는 벽을 말한다
(라) 승강기·계단실의 수직벽

비고 3

- 화재의 위험이 적은 제철·제강공장 등으로서 품질확보를 위하여 불가피할 경우에는 지방건축위원회의 심의를 받아 주요구조부의 내화시간을 완화하여 적용할 수 있다.
- 외벽의 내화성능 시험은 건축물 내부면을 가열하는 것으로 한다.

영문 요약

(Abstract)



A Fire Safety Secure Plan of High-Rise Buildings

Youn-Jong Kim · Seung-Hee Ji · In-Hyuk Lee
Hye-Jun Park · Hye-Sun Shin

Recently a fire risk has increased in Seoul due to the rapid increase in the number of high-rise buildings(50 floors or above 200m). Establishing fire safety of high-rise buildings is urgent through the establishment of an installation standard of the middle refuge floor(Ch.3), reinforcement of fire · refuge facilities(Ch.4-1), a measure to count stack effect and the ensurance of the high fire resistance of high strength concrete(Ch.4-2 · 3), the integrated system of the disaster management of buildings(Ch.5).

The middle refuge floor of high-rise building is installed within 25 floor(s) in maximum, simultaneously the safety of occupants should be secured by adding refuge stairs in accordance with floor space, enlarging the width of the entrance. Installing the middle refuge floor of high-rise buildings on every 30th floor in maximum, which is the legal standard, can bring serious accidents by causing the refuge limit time exceed the final refuge competition time.

Additionally, safety for the structure of high-rise buildings is secured by expanding fire fighting facilities with the performance based design and introducing the performance based design for the building structure. At the same time, reinforcement for the fire water source, automatic fire detection installation, wireless communication auxiliary devices, and smoke control system is established.

To reduce the stack effect of high-rise buildings, a method based on the architecture plans and a scheme of facilities need to be considered

concurrently. Also, the mitigation strategy of high strength concrete spalling needs to be established. The integrated system of the disaster management of high rise buildings with 3D indoor spacial information data base is required based on 「The special law for the safety management of high-rise buildings and complex buildings connecting to the underground」 for the disaster management of high-rise building such as fire suppression and refuge plans.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

Chapter 2 Analysis on High-rise Building from Domestic and Foreign Cases

1. High-rise Building Standard
2. Investigation of High-rise and Problem of Fire Safety

Chapter 3 Establishment of Installation Criteria for Middle Refuge Floor of High-rise Building

1. Basic Directions
2. Refuge Scenario
3. Criteria for Middle Refuge Floor Based on Refuge Simulation Analysis
4. Safety Assessment of Refuge Based on Fire Simulation Analysis
5. Establishment of Final Installation Criteria for Middle Refuge Floor of High-rise Building

Chapter 4 Legislation Strengthening Fire Safety System of High-rise Building

1. Reinforcement of Fire Protection Facility
2. Stack Effect Measures
3. Fire Resistance Performance Secured High Strength Concrete

Chapter 5 Disaster Management Integrated System of High-rise Buildings Based on the Indoor Spacial Information Data Base

1. Related Laws
2. Analysis on Indoor Spacial Information Data Base from Domestic and Foreign Cases and Future Work
3. Case Study of Disaster Management Integrated System of High-rise Buildings Based on the Indoor Spacial Information Data Base

Chapter 6 Conclusion and Policy Recommend

1. Conclusions
2. Policy Suggestions

References

Appendices

시정연 2010-PR-01

초고층 건축물의 화재안전성 확보 방안

발 행 인 서울시정개발연구원장

발 행 일 2010년 12월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울특별시 서초구 서초동 391

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 8,000원 ISBN 978-89-8052-754-0 93320

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.