

초고층 건축물의 화재 안전관리에 관한 연구 A Study on Fire Safety Management of Super Tall Building

이 우 성* · 윤 정 미** · 공 하 성**

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계의 국가나 대도시들은 초고층 건축물을 세우는 것이 국가적인 경쟁력을 가늠할 수 있는 잣대가 되고 국가의 위상을 알릴 수 있는 Land Mark로 생각하여 초고층 건축물을 경쟁적으로 건설하고 있는 추세이다.

그러므로 초고층·대형 건축물에서 발생할 수 있는 화재나 재난의 양상은 테러, 화재, 폭발, 자연재해 등 다양한 원인자를 갖고 있으나 구체적으로 예측할 수 없고 다수의 사람이 거주하고 있어 재난발생시 인적·물적 피해가 확대될 수 밖에 없다.

또한, 국토연구원 조사에 따르면 2015년까지 170만㎡의 오피스 공간이 부족 할 것으로 조사됐다고 밝혀 초고층 건축물의 확대공급은 앞으로도 지속될 전망이다.

그러나, 최근 들어 국내외적으로 활발한 초고층 건축물의 건설과 그 중요성에 비추어, 테러, 화재, 폭발, 자연재해 등 방재적 측면은 심각하게 고려되지 않고 있다. 2001. 9. 11 미국의 세계무역센터 WTC테러, 2010. 10. 01 부산 우신골든스위트 주상복합건물 화재 등 일련의 사건에서 초고층 건축물의 화재나 재난에 대한 방재체계에 대해 다시 한 번 되짚어 보는 계기가 되었다.

이에 본 연구에서는 거대하고 복잡한 초고층 건축물의 구조, 수많은 유동인구와 상주인구에 따른 화재 등 각종 재난 발생 시 초고층 건축물에서 중요시 되는 인명구조, 피난 및 대피, 화재진압, 방재 등 초고층 건축물이 가지는 문제점을 분석하고 종합적인 화재안전관리방안을 제시하고자 한다

* 전라북도 정읍소방서

** 경일대학교 소방방재학부

1.2 연구의 방법 및 범위

초고층 건축물에서의 화재 위험요소는 더욱더 증가하여 많은 인명과 재산의 손실을 야기할 수 있는 위험성을 내포하고 있다. 이러한 화재의 위험성에 대비하여 여러 초고층 건축물에서는 건축물의 특성에 맞는 방화설비를 갖추고 있다고 하지만 방화설비의 유지 및 관리가 제대로 이루어지지 않고 또한 대형화재시 방화관리 및 정보부재에 따른 문제점이 발생되고 있는 것이 사실이다.

관리자나 건축주, 사용자의 인식부족과 관리 소홀로 인해서 소방 설비가 설치 되어 있어도 실제 화재가 발생하였을 경우 제대로 설비를 활용하지 못하거나 소방설비가 제대로 작동되지 않아 인명피해 및 재산피해가 늘어나는 사례를 자주 볼 수 있다.

초고층 건축물에서의 화재로 인한 피해를 없애기 위해서는 먼저 화재가 일어나지 않도록 하는 것이 가장 좋은 방법이나 현실적으로 여러 사람이 거주하는 초고층 건축물에서는 화재로 인한 사고 발생을 제로화 하기에는 여러 가지 위험요소가 산재해 있다.

이러한 화재의 위험성을 미연에 제거하고 피해를 방지하기 위해서 초고층건축물의 화재실태에 대한 문헌을 고찰하고 이에 따른 문제점을 발견하여 화재사례, 국내외 논문, 연구보고서, 통계, 등 각종 자료를 수집 분석 및 토론을 실시하여 화재발생 후 야기되는 인명피해의 감소를 위한 개선대책을 강구하였다.

또한, 본 연구는 초고층건축물의 화재로 인한 인명피해 및 재산피해를 최소화 하고 정보부재에 따른 피난상 문제점을 개선하는데 주안점을 두었다.

2. 이론적 배경

2.1 초고층 건축물의 정의

초고층 건축물은 그 층수 또는 높이에 따라 정확히 구분되어 있지 않으며, 관점에 따라 상대적으로 정의 되고 있다. 현재는 CTBUH(국제초고층 도시주거 협의회)의 내용이 보편적으로 인정되는 기준이라고 할 수 있는데, 여기서의 초고층 건축물이란 일반적으로 50층 또는 200m 이상이거나 고층성(tallness)이 있는 건축물로 정의하고 있다. 우리나라의 경우에는 현행 건축법 시행령 제2조(용어의 정의)에서 ‘초고층 건축물’에 대한 정의가 2008년 10월 29일 전문 개정 되면서 “건축물의 높이가 200m이상 또는 건축물의 층수가 50층 이상의 건축물”로 정의 하고 있다.

주요 국가별 초고층 정의를 살펴보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 국가별 초고층 건축물 기준

국가	기준	비고
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ CTBUH(Council on Tall Buildings & Urban Habitat)의 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 높이 50층 또는 200미터 이상인 건축물 - 밑면과 높이 비율이(세장비) 1:5 이상인 건축물 - 횡력저항 시스템 유무의 판단에 의한 건축물 ○ The Emporis Date Committee 정의 <ul style="list-style-type: none"> - 매우 높고, 지속적으로 거주 가능한 건축물임. - 공식적인 정의는 없지만, ‘Skyscraper’ 로 규정되는 최소 높이는 대략 150m 또는 500ft <ul style="list-style-type: none"> - 거주 층이 규칙적인 간격으로 나뉘어져 있으며, 높이는 35m 또는 115ft이상인 건축물 	<ul style="list-style-type: none"> · Super-tall : 1000ft 또는 300m을 초과하는 초고층건축물 · High-rise:: 고층 건축물 또는 구조물을 지칭 (보통주거, 사무 기능이 복합된 초고층건축물)
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건축기준법시행령 제3장 구조강도 제1절 총칙 제36조 (구조방법에 관한 기술적 기준) 3항 법 제20조 제2호 : “높이가 60m을 넘는 건축물을 초고층건축물”로 규정 	
대만	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내정부영건저 자료 <ul style="list-style-type: none"> - 12부 - 도시계획류 - 초고층건축 - 피난특별안전계단을 요구하는 건축물의 높이 한계는 50m임 - 대만에서 건축구조 설계안전규정을 적용받는 초고층은 36m 이상임 	현재 “높이”의 기준과 같이 통일된 명확한 초고층에 대한 정의는 없음
중국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중화민국 건축규범 <ul style="list-style-type: none"> - “100m 이상의 높이를 가진 건축물을 초고층”으로 규정 	-

2.2 외국의 초고층 건축물 현황

초고층 건물은 19세기 말 시카고와 뉴욕에서 시작되었으며, 근대 도시의 발생과 더불어 20세기의 건축 현상을 과거와는 전혀 다른 모습으로 바꾸어 놓았다. 1930년대의 크라이슬러 빌딩(77층 319m, 1930)과 엠파이어스테이트 빌딩(102층 344m, 1969) 등의 세계 브랜드화 된 초고층 건축물의 탄생이 본격적으로 시작되었다. 1960년 이후 재개발 대형 복합화 사업으로 시카고의 존 행콕 센터(100층 344m, 1969), 세계무역센터(110층 417m, 1974)와 시어스 타워(110층 443m, 1974)는 도시의 경쟁력을 강화하였다.

1980년대에 들어서면서 아시아 국가들은 선진국으로의 도약 또는 하나의 상징적 의미로 초고층 건축을 추진하였다. 먼저 홍콩의 경우는 협소한 부지 여건에 따라 중국은행(70층 367m, 1989)과 센트럴 플라자(78층 374m, 1992), The Center(80층 369m, 1998)가 아시아지역의 초고층 건축물을 선도하였다. 중국은 경제적 발전이 이루어지면서 초고층 건축물에 대한 높은 관심으로 1990년대 절정을 이루었으며, 상해시의 진마워 타워(88층 421m, 1998)를 비롯한 50~60층 초고층 건축물이 들어섰다. 말레이시아에는 세계 최고 수준의 높이를 자랑하는 페트로나스 타워(92층 452m, 1998)가 있고 50~60층 규모의 초고층 건축물이 다수 있다.

<표 2> 세계 초고층 건축물 현황

건물명	Sears Tower	Shun Hing Square	CITIC Plaza	Jin Mao Tower	Petronas Towers	International Finance Centre	Taipei 101	Shanghai World Financial Center
국가	미국	중국	중국	중국	말레이시아	중국	대만	중국
도시	시카고	선전	광저우	상하이	쿠알라룸푸르	홍콩	타이페이	상하이
년도	1974년	1996년	1997년	1998년	1998년	2003년	2004년	2008년
층	110층	69층	80층	93층	88층	90층	101층	101층
첨탑	-	384	391.1	420.5 m	452 m	413.8 m	508	-
지붕	442.3 m	324.8	321.9	-	-	406.9 m	448	492 m
안테나	527.3 m	-	-	-	-	415.8 m	-	-

2.3 국내의 초고층 건축물 현황

우리나라에서의 초고층 건축물은 1970년 건축한 삼일빌딩(110m)이 시초라 할 수 있으며, 이후 63빌딩이 건설되고 최근에는 인천타워(610m, 151층), 상암의 국제비즈니스센터(580m, 130층), 제2롯데월드(522m, 112층), 부산 해운대 센텀시티 자리의 월드비즈니스센터(488m, 106층) 등이 100층 이상 추진되고 있다.

또한, 주거 용도로 도곡동 타워팰리스, 삼성동 아이파크, 목동 하이페리온 등 몇 년 사이에 주거용 초고층 건축물도 급증하고 있다. 국내의 초고층건축물 현황은 <표 3>과 같다.

<표 3> 국내외 초고층건축물 현황

연번	1	2	3	4	5	6	7	8
건축물명	타워 팰리스3 G동	하이 페리온 타워	63 빌딩	타워 팰리스1 B동	무역 센터	타워 팰리스1 A,C동	스타 타워	더 # 스타 시티
도시	서울	서울	서울	서울	서울	서울	서울	서울
년도	2003년	2003년	1985년	2002년	1988년	2002년	2000년	2006년
층	69층	69층	60층	66층	55층	59층	45층	58층
높이	263.7m	256m	249m	234m	228m	209m	204m	196m

2.4 초고층 건축물의 화재발생 사례 및 분석

2.4.1 화재발생 사례

1931년 뉴욕 엠파이어스태이트 빌딩이 100층 이상(102층, 381m)으로 건립된 이후 초고층 건축물은 급격히 증가하기 시작했다. 국내에서도 여의도 63빌딩(60층, 249m)을 시초로 초고층 건축물의 증가와 함께 화재발생도 증가하였다.

<표 4> 초고층 건축물의 주요 화재발생 사례

화재 년도	건물명	층수	소재지	피해규모	피해확대 원인 및 화재개요
1971	대연각 호텔	21층	한 국 서 울	사망:163명 부상:63명	· 가연성 마감재 및 방과구획미비, 1개 뿐 인 피난계단
1975	World Trade Center	110층	미 국 맨 하탄	부상:28명	· 11층에서 방화에 의해 출화되어 9층~16 층까지 파이프 샤프트 내부전선 소손됨
사망:6명 부상:1045명				· 지하2층 변압기에서 출화, 로비 등으로 연기가 층만 되어 수시간 후에 진화됨	
사망:5,763명 부상:1만5천명				· 항공기 충돌(테러)에 의한 화재발생 으로 전체 붕괴사고	
1972	안드라우스 빌딩	31층	브라질 상파울로	사망:16명 부상:329명	· 사망자의 절반이상이 열·연기를 피하기 위하여 뛰어내리다 사망
1963	엠파이어 스태이트	102층	미 국 뉴 욕	없 음	· 68층까지 수직으로 열·연기 확대
1990				부상:38명	· 51층에서 출화되어 연기가 층만하여 부상자 발생 또한 깨진 외벽 유리창이 27m/s의 강풍을 타고 낙하하여 소화활동에 장애발생
1995				부상:16명	· 10층에서 발생하여 연기전층 층만으로 4시간 30분후 진화됨
2005	원저타워	32층	스페인 마드리드	없 음	· 공사중 화재발생으로 인하여 건물 한 쪽면 붕괴
2010	우신골든 스위트	38층	한국 부산	부상 5	· 환풍로 및 가연성 외벽을 타고 확산 화재발생 20분만에 옥상까지 확산

2.4.2 화재사례 유형별 문제점 분석

초고층건물에 있어서 화재사고 사례를 분석하면 몇 가지 유형으로 정리할 수 있는 데 이에 따른 화재 및 연기전파 경로를 건축안전 측면에서 잠재적 경로를 살펴보고 문제점과 개선방안을 정리하면 <표 5>와 같다. 초고층 건축물 국제적 연구동향과 화재사례분석을 통한 연구의 방향을 나타낸 것이다.

<표 5> 초고층 건축물 화재사례 분석을 통한 연구의 필요성 도출

사고유형	관련법령	문 제 점	화재분석	연구분야
초고층 피난 시간 지연	건축법 시행령 (건축물의 구조 및 재료)	현재 피난방안은 효율적인 피난방안 제시가 어렵고 피난소요시간 알 수 없음	성능위주 평가를 통한 피난의 효율성 평가와 엘리베이터 피난고려	- 인명피난 - 방재설비
정보전달 및 정보관리 분제	법규 규정 없음	초고층에서 대규모 화재시 정확한 정보전달이 이루어지지 않아 신속한 피난의 어려움	통합 정보관리시스템 구축을 통한 신속한 정보전달을 통한 효율적 대응	- 인명피난 - 정보관리 시스템구축
창문을 통한 화재전파	발코니 등의 구조 변경 절차 및 설치기준	현재의 법규상 성능을 알 수 없음/ 공간이용의 효율성과 미관에 손상을 줌	측벽에 스프링클러설치 및 성능평가를 통한 스펠드럴 길이조정	-스프링클러 -외벽내화소재(유리및클래딩)
피난층까지 피난시간 장기화	법규 규정 없음	초고층에서 대규모 화재시 화재 및 연기전파에 대한 안전지역 없음	거주인원의 안전을 확보하기 위한 일시적인 피난처인 대피층 마련	-대피층구획 -내화성능 확보
엘리베이터 피난 곤란	법규 규정 없음	초고층건물 내에 화재시 엘리베이터 사용으로 사망	- 엘리베이터 사용교육 - 초고층건물 엘리베이터 설비구축 - 구획별 비상계획작성	- 연기제어 - 비상엘리베이터 설치
코어및설비부를 통한 화재전파	피난 및 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 14조	법 규정으로 안전 확보	-	- 화재성상 - 예측 연기 제어
계단 층을 통한 화재 전파	동 규칙 제9조/ 건축물 설비기준 등에 관한규칙 제14조	법규적으로 시행 했을 시 그 성능이 의문시 됨	PBD에 의한 평가	- 방 내화 성능 확보
발코니/스펠드럴 부족 화염전파	발코니 등의 구조변경 절차 및 설치기준	법규적으로 시행 했을 시 그 성능이 의문시 됨	외부 유리 벽면에 스프링클러 설치 스펠드럴 최소길이 제안 PBD에 의한 평가	클래딩의 내화성능 내화유리 내화소재

2.4.3 초고층 건축물의 화재안전 관리방안

1) 철저한 시설물 관리를 위한 방화관리 능력 향상

초고층 건축물의 화재안전은 새로운 소방기술이나 안전공학의 발전에 따라서 화재 위험을 습득하고, 스프링클러설비, 방화문 등 소방설비의 실질적이고 철저한 관리를 위하여 총괄재난관리책임자를 고용하고 위탁관리업체에 대한 지속적인 지도업무를 수

행하도록 할 필요성이 있으며, 건물의 특성에 따른 방화관리 매뉴얼을 개발·보급하여 효율적인 자율방화관리체계를 확립하고 화재 등 재난발생시 초동 소방대응력 강화를 위하여 비상대응계획을 운영조직 하여야 한다.

또한 화재안전에 관한 전문기관을 국가가 지정하여 특수방화관리사에 대한 초고층 건축물의 화재안전에 관한 정보의 공동이용 체제의 구축과 유지 등에 대하여 업무를 수행하도록 제도가 마련되어야 한다.

초고층 건축물에는 반드시 “자체소방대”를 두도록 규정을 마련하고, 교육·훈련 등을 통한 전문화 방안 역시 제도적으로 정비하여 초고층 건물 화재 시에 자체소방대의 역할이 실질적으로 수행될 수 있도록 하여야 한다. 더불어 자체소방대장의 자격은 소방기술사 또는 소방시설관리사로 하는 등의 기준역시 심도 있게 연구·제정되어야 할 과제이다.

2) 사전 예방활동과 비상 대응 훈련 강화

초고층 건축물 화재진압대책의 기본 원칙은 인명피해를 최소한으로 감소시킬 수 있는 첨단 소방설비의 설치와 체계적인 자체소방대의 구축과 초고층 전문소방대원의 진압활동이다.

먼저, 초고층 건축물의 다양한 방호공간에 잠재되어 있는 화재위험을 정확하게 감지하고 소화할 수 있는 설비적인 대책과 구조, 피난계단, 제연 등 건축방화적인 측면의 대책이 완벽하게 수립되어야 한다.

또 초고층 건축물 화재진압 활동의 가장 중요한 1차 목표가 신속한 화재진압과 인명구조라고 한다면, 경방조사 및 사전훈련 등을 통해 위험요소를 도출하고 그 대책을 마련하는 것은 가장 중요한 일이라고 할 수 있다.

따라서 초고층 건축물의 화재진압활동에 있어서 평상시 경방조사 업무와 분기1회 50층 이상의 초고층 건축물 적응훈련을 실시하여 화재진압 능력을 배양하여야 할 것이며, 이와 함께 초고층 건축물에 대한 영향요소를 조사하여 Data Base화하여 현장활동 시 적극 활용하여야 할 것이다.

3) 최첨단 현장활동 장비 확보

초고층 건축물에서의 화점발견은 지하주차장에서부터 초고층 상층부까지 연기의 유동이 예상되어 화점발견이 용이하지 않으므로 화점탐지기, 열화상 카메라 등이 필요하고, 넓은 공간에서 화점과 인명을 검색할 경우 라이트 라인과 개인로프 등 안전장비가 필수적이다.

장비의 배치기준은 면적, 층수, 소방력 등에 비례하여 특수장비 배치기준이 필요할 것이나, 일반적으로 <표 6>과 같은 장비가 필요하다 할 것이다.

<표 6> 최첨단 현장활동 장비

장비명	용도	기준
화점탐지기	• 화점 탐지가 곤란한 지점의 화점 탐지 가능	• 구조대당 1 • 관할 센터당 1
열화상 카메라	• 열 및 농연 속의 요구조자를 구조하거나 화점 탐색 가능	• 구조대당 1 • 관할 센터당 1
라이트 라인	• 초고층 건물, 지하 등 농연 속 현장 활동	• 구조대당 1 • 관할 센터당 1
무인 자동 방수포	• 고열 속의 화점 방수 및 엄호 주수	• 센터당 1
무인 조정 소방 로봇	• 고열속의 화점 방수 및 화점 탐색	• 소방서당 1

3. 결 론

최근 인구의 도시집중 현상으로 효율적인 공간활용이 필요해져 건물의 고층화 활용이 점차 증대되고 있다. 우리나라도 급격한 산업화로 도시로의 인구집중이 초고층 건물을 선호하게 되고 경제적으로도 필요하게 되어 초고층 건물이 주상복합 건물 중심으로 건축이 되고 있다. 초고층 건축물은 기술 및 산업발전의 상징과 토지이용효율 및 활용성 증대, 문화관광자원화라는 장점이 있지만 과밀화 및 안전상의 문제, 주변 환경과의 조화 등 많은 문제점도 내포하고 있는 현실이다. 이 중에서 건축물의 필수적 기능인 안전성은 자연적 또는 인위적인 영향으로부터 발생하지만 어떤 위험은 건축물 자체에 내재하고 있으며 그 중에서도 가정 특징적인 것이 화재위험이라 할 수 있다. 특히 초고층건축물은 일반건축물에 비하여 편리성, 기능성, 경제성 등이 있는 반면에 화재 발생 시 연소 확대와 인명피해 발생우려가 높기 때문에 단순히 그 외용 면에서 높이와 면적을 자랑하는 것이 아니라, 내부구조, 성능설계, 사용용도, 관리시스템 등 모든 면에서 과학과 기술의 총체이다.

초고층 건축물 화재사고로 인한 인명피해 및 안전피난을 위한 방안으로 건축물 자체 안전관리 개선을 통한 소방역량강화, 피난시간 단축을 통한 피난한계 확보방안, 그리고 효율적인 성능위주의 안전 시스템 도입 등 많은 부분이 있음을 본 연구에서 알 수 있었다.

이외에도 초고층 건축물의 소방안전성을 확보하기 위해서는 여러 가지 고려해야 할 사항이 많이 있겠으나 반드시 고려해야 할 사항을 제시해 보았다. 무엇보다 중요한 것은 인명안전과 직결되는 시설에 대한 국민 모두의 인식의 전환이 필요하며 선진국과 같이 초고층 건축물을 건축할 때 사전에 소방안전 관련 분야의 기술적인 내용을 충분히 검토할 수 있도록 건축 설계 단계에서부터 종합적인 안전 계획을 수립하는 것이 무엇보다 중요하다.