

초고층 건물의 비상계단 대피실험에 관한 연구

A Study on the Emergency Stairway Evacuation of Skyscraper

백민호* · 신호준**

Back, Min-Ho · Shin, Ho-Jun

Abstract

In this study, the construction trend of skyscraper was summarized chirologically to examine the characteristics and current, and the issue in evacuation was examined through the case of fire breakout in skyscraper. Based on this, the type of evacuation using the emergency stairway during the fire breakout in skyscraper was decided on six types and empirical experiment was conducted for each type. The issues on the participants that participated in the emergency stairway evacuation experiment from the fire breakout in skyscraper and the difficulties in the evacuation were qualitatively evaluated to summarize each element of hindrance to summarize basic information on emergency stairway evacuation.

Key words : Skyscraper, Emergency stairway, Evacuation experiment, Survey research

요 지

본 연구에서는 초고층 건물의 정의, 초고층 건물의 건설동향을 시대 순으로 정리하여 특징과 흐름을 알아보았다. 초고층건물의 건설이 늘어나는 추세에서 화재발생시 비상계단을 이용한 피난의 유형을 6가지로 정하고 각각의 유형별 실증실험을 실시하였다. 초고층 건물의 화재발생을 고려한 비상계단의 대피에 따른 어려움을 실험 참가자들의 시간 측정 및 정성적인 평가를 통해 각각의 장애요소들을 정리하여 초고층 건물의 비상계단 대피에 대한 기초 자료를 정리하였다.

핵심용어 : 초고층 건물, 비상계단, 대피실험, 설문조사

1. 서 론

전 세계적으로 도시구조의 고도화 및 인구집중이 급속하게 이루어지고 있으며, 이에 따라 발생하는 여러 사회·경제·문화적인 문제를 해결할 수 있는 대안으로서 초고층건물에 대한 필요성이 제기되고 있다.

이에 따라 우리나라에서도 국가적으로 초고층건물에 대한 건설을 추진하면서 집중적인 투자와 핵심기술의 개발 등 초고층건물의 시장으로 진출하고 있는 실정이다.

그러나 초고층건물은 일반건물에 비해 대형화·용도의 복합화에 걸맞은 안전관리기준이 미흡하여 화재 등으로 인한 재난발생시 다수의 인명피해가 예상된다. 또한 화재가 발생한 경우에 외부로부터 진화 및 인명구조가 어려우며, 건물 자체에 적절한 방화설비가 설치되지 못할 경우 많은 인명피해를 초래하게 된다. 이에 피난에 대한 안전한 대책 수립마련이 시급한 실정이다.

본 논문에는 초고층 건물에 대한 정의에 대해 살펴보고,

국가별 초고층 건물의 건설동향을 검토하였다. 또한 초고층 건물에서의 화재발생을 고려한 비상계단 대피 실증실험을 통해 초고층 건물 화재 시 비상계단의 대피에 따른 문제점 파악을 연구목적으로 한다.

2. 초고층건물의 정의 및 건설동향

2.1 초고층건물의 정의

현재 초고층 건물은 그 층수 또는 높이에 따라 정확히 구분되어 있지 않으며, 초고층건물에 대한 정의는 각 나라별로 차이를 보이고 있다.

미국은 건물의 층수나 높이가 아닌 건물의 용적률이 그 지역의 평균에 비해 상대적으로 높고, 엘리베이터가 사용되며, 일상적인 저층건물에서 사용되는 것과는 다른 공법 및 기술이 요구되는 건물을 고층에 대한 기준으로 제시하고 있다.

일본의 경우에도 초고층 건물의 정의로서 정해진 것은 없고, 지상 20층 이상 또는 건축기준법 시행령 제81조의 2(늘

*정회원 · 강원대학교 소방방재학부 교수(E-mail : bmh@kangwon.ac.kr)

**정회원 · 강원대학교 방재전문대학원

표 1. 국가별 초고층 건물의 분류 및 내용

분류	내용		
미국	건물의 용적률이 그 지역의 평균에 비하여 상대적으로 높으며 수직교통을 위한 기계설비가 사용되고 일상적인 저층 건물에서 사용되는 것과는 다른 공법 및 기술이 요구되는 건물		
	70층에서 100층(시카고)		
일본	지상 20층 이상 높이가 60m를 초과하는 건축물		
우리나라	내진설계에 의한 구조안전 확인 대상물인 21층 이상 건물 층수 50층 이상 또는 높이가 200m 이상의 건축물 [특별법(안)]		
국제 고층 건물학회 (CHBUH)	일반적	50층 이상으로 제시	
	층수적	15층 이상의 규모	고층형빌딩
		40~60층 규모	매머드빌딩
		100층 이상	하이퍼빌딩
		150층 이상	극초고층빌딩

이가 60 m을 초과하는 빌딩의 특례)에 근거하여 높이가 60 m을 초과하는 것을 일단 고층 건물이라 정의하고 있다.

우리나라의 경우 내진설계에 의한 구조안전 확인 대상물인 21층 이상 건물을 고층건물로 간주하였으나, 현재 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법(안)」에서는 층수가 50층 이상 또는 높이가 200 m 이상의 건축물을 초고층건물의 정의로 명시하고 법제화를 추진하고 있다.

박정현, 김희규의 ‘저탄소 녹색성장을 위한 친환경 초고층 건축’에 의하면 국제 고층건물학회에서는 일반적 관점으로는 50층 이상으로 제시하고 있고, 층수적 측면에서는 15층 이상의 규모를 일반적인 높은 건축물을 의미하여 고층형빌딩, 40~60층 규모를 높은 건축물을 의미하여 매머드 빌딩, 100층 이상의 규모를 보통이상을 육박하는 초고층 건물을 의미하여 하이퍼 빌딩, 150층 이상의 규모로 현재 계획되고 있는 엄청난 규모의 초고층 건축물을 극초고층 빌딩으로 분류하여 나 타내고 있다(표 1).

2.2 초고층건물의 건설동향

초고층 건물에서 마천루(skyscraper)라는 표현은 1870년 시카고 대화재 이후 1885년 미국 시카고의 Home Insurance 빌딩에서 유래되었다. 이 빌딩은 높이 60 m이었으나 당시에는 가공할 만한 높이였다.

1930년대의 크라이슬러 빌딩(Chrysler Building, New York, 77층 319 m, 1930)과 엠파이어스테이트 빌딩(Empire State Building, New York, 102층 344 m, 1969) 등의 세계 브랜드화 된 초고층 건축물의 탄생이 본격적으로 시작되었다. 특히 엠파이어스테이트 빌딩은 410일 공기로 102층 건물을 초단기간에 완성한 기록을 세웠다.

1960년 이후 재개발 대형 복합화 사업으로 시카고의 존 행콕 센터(John Hancock Center, Chicago, 100층 344 m, 1969), 뉴욕의 세계무역센터(World Trade Center, New York, 110층 417 m, 415 m Twin-1974)와 시어스 타워(Sears Tower, Chicago, 110층 443 m, 1974)는 도시의 세계화로 경쟁력을



그림 1. 실험대상 건물개요

유도하였다.

이처럼 미국을 중심으로 활성화 되어진 초고층 건물은 이후 1980년대 아시아의 경제적 발전과 더불어 아시아 각 국가들의 초고층 건물에 대한 관심이 높아졌고, 초고층 건축물이 실질적으로 필요한 도시 기능체로서의 가치보다는 아시아 각국이 개발도상국에서 서구 선진국으로의 도약 혹은 변환을 의미하는 하나의 상징적 존재로서 초고층 건축이 적극적으로 추진되어왔다.

이러한 측면에 있어서 홍콩과 싱가포르가 개발 도상국가를 대표하여 경제발전과 더불어 아시아 초고층 건축을 주도하여 급속적으로 발전시켰다. 1980년 중반에 계획한 말레이시아의 페트로나스 트윈 타워(Petronas Twin Tower)는 92층의 세계 최고 높이를 자랑하는 초고층 건물로서 1990년 후반에 실현되었다.

특히, 중국의 경제적 발전과 더불어 초고층 건축물에 대한 관심은 1990년대에 절정을 이루었으며 이에 따라 많은 초고층 건축물이 실현되었다. 홍콩의 경우 센트럴 플라자(Central Plaza, 홍콩, 78층 374 m, 1992), 중국은행(Bank of China, 70층 367 m, 1989)과 The Center(80층 369 m, 1998)가 아시아권의 초고층 건축물을 선도하였으며, 말레이시아에는 페트로나스 타워(Petronas Tower, Kuala Lumpur, 92층 452 m, 1998), 텔레콤 말레이시아 뉴 HQ빌딩(Telecom Malaysia New H/Q Building, Kuala Lumpur, 77층 319 m, 2001)등이 대표적인 초고층건물이다.

싱가포르는 50~60층 규모의 오피스 빌딩이 모범적으로 활발히 진행되고 있으며, 타이완은 타이베이 파이낸셜 센터(Taipei Financial Center, Taipei, 101층 502 m), 일본은 요코하마 랜드 마크 타워(Land Marke Tower, Yokohama, 70층, 296 m, 1993년)가 있다. 우리나라의 경우 80년대 이후 60층급의 초고층 건물의 건설이 시작되었고 현재는 100층 이상의 초고층건물이 무려 5개 이상 계획 중 이어서 2010년 이후에는 초고층 건물이 다수 지어질 것으로 보이나 초고층 건물의 화재에 의한 대피의 문제점 등 안전대책에 대한 연구는 부족한 상황이다. 표2는 주요 초고층 건물의 건설동향 및 특징을 정리한 것이다.

표 2. 주요 초고층 건물의 건설동향 및 주요화재사례

국내		시기	국외	
주요 화재사례	건설동향		건설동향	주요 화재사례
		1930년대	-1930년 Chrysler Building (77층,319m) -1931년 Empire State Building (102층,381m)	
		1950년대	-침체기	
	-69년 대연각 호텔(21층) (국내에서 20층을 초과한 최초의 고층건물)	1960년대	-69년 John Hancock Center (100층,344m)	-63년 엠파이어 스테이트 빌딩 (미국)
-71년 대연각 호텔	-70년 삼일빌딩(31층)	1970년대	-72년 One World Trade Center(110층,417m) Two World Trade Center(110층,415m) -73년 Amoco(Standard Oil Bld)(80층,346m) -74년 Sears Tower(110층,443m)	-70년 원 뉴욕 프라자(미국) -72년 안드리아우스 빌딩(브라질) -75년 월드 트레이드 센터(미국)
	-85년 63빌딩(63층) -88년 서울무역센터(55층)	1980년대	-82년 Texas Commerce Tower(75층,305m) -89년 Bank of China Tower(70층,369m), The Center(80층,350m)	-80년 MGM 그랜드호텔(미국) -86년 프루덴셜 빌딩(미국) -88년 퍼스트 인터스테이트(미국)
	-90년 잠실롯데호텔(33층) -95년 포스코센터(30층) -95년 쌍용투자증권(30층) -97년 금호생명(30층) -99년 종로삼성생명(35층)	1990년대	-90년 Library Tower(73층,310m) -92년 Central Plaza(78층,374m) -96년 Shenzhen Avic Plaza Building (69층,325m) -97년 Sky Central Plaza (80층,322m) -98년 Pyongyang Hotel(105층,300m) Petronas Tower I Petronas Tower II(88(92)층,462m) Jin Mao Building(88층,421m) T&C Building(85층,348m) Baiyoke Tower II(90층,320m)	-90년 엠파이어 스테이트(미국) -92년 존 행콕 타워(미국) -93년 월드 트레이드 센터(미국) -95년 엠파이어 스테이트(미국) -96년 제너럴 일렉트릭(미국) -97년 크라이슬러 빌딩(미국)
	-02년 타워팰리스1(66층) -03년 타워팰리스2(69층) -03년 하이패리온(69층) -04년 타워팰리스(69층) -06년 스타시티(58층)	2000년대	-01년 Telecom Malaysia New HQ Building (175층,310m) -03년 Two International Finance Center (88층,415m) -04년 Taipei 101(101층,509m) -07년 Union Square Phase7(102층,474m) Dalian International Trade Center (78층,420m) Complex Federation(87층,345m) -08년 Asia Plaza(103층,431m) -09년 Burj Dubai(162층,818m) 1776 Freedom Tower(73층,609.6m)	-01년 월드 트레이드 센터 붕괴 (미국) -04년 카라카스 빌딩(베네수엘라) -05년 원저타워 (스페인)
	-10년 이후 잠실제2롯데월드(112층) 인천타워(151층) 월드비즈니스센터(110층) -12년 송도인천타워(151층) -13년부산제2롯데월드(107층)	2010년대	-10년 Tower of Russia(125층,648.9m) Xujiahui Tower(102층, 462m) -11년 Freedom Tower(73층,541m)	

3. 초고층건물 비상계단 대피실험

3.1 대피실험 개요





피난 대피 실증실험은 2006년 10월 27일에 여의도에 있는 63빌딩에서 실시하였으며 실험 참가자는 34명(남:22, 여:12)으로 수직 대피 실험을 실시하였다. 남자 실험자의 평균나이는 23.4세 여자 실험자의 평균나이는 20.8세로 대부분 대학

생들로 이루어졌다.

또한 실험 장소인 63빌딩은 대지면적 21,390 m², 건축면적 10,592.4 m², 연면적 166,298.68 m², 지상60층에 지하3층으로 1개 층 높이가 4.15 m, 건물전체높이는 249 m이다.

대피실험은 63빌딩의 54층에서 지상1층까지 대피체험을 하는 것으로 실험참가자는 개별 대피와 집단대피 그리고 부목 착용을 하고 대피, 들것에 의한 대피, 부상자를 업고 대피,

표 3. 비상계단 대피실험 개요

내용 항목	내용	실험 참가 사진
실험개요	-실험일시 : 2006년 10월 27일 -실험장소 : 63빌딩 (54층에서 대피시작 1층에서 대피종료) -실험인원 : 34명(남:22, 여:12) 남자 평균나이 및 체중 (19~60세) : 23.4세, 69.1kg 여자 평균나이 및 체중 (20~21세) : 20.8세, 50kg 건강상태 : 양호 (15명; 44.1%), 보통 (17명; 50%) 나쁨 (2명; 5.9%) -실험목적 : 초고층 건물의 비상계단을 통한 대피의 문제점을 파악하기 위해 대피유형별 실증실험을 실시	
유형 1 개별 대피 (실험참가 5명)	-대피자 개개인이 비상계단을 통해 대피 할 때 대피의 어려움과 시간을 알아보기 위함	
유형 2 집단 대피 (실험참가 15명)	-15명의 집단을 이루어 비상계단을 통해 대피하는 경우 문제점 및 시간을 알아보기 위함	
유형 3 부목착용대피 (실험참가 3명)	-다리부상자가 부목착용을 하고 대피하는 경우 대피의 문제점 및 시간을 알아보기 위함	
유형 4 들것에 의한 대피 (실험참가 5명)	-부상자가 발생하여 들것에 의해 대피하는 경우 대피의 문제점과 시간을 알아보기 위함	
유형 5 부상자를 업고 대피 (실험참가 2명)	-부상자를 업고 대피는 부상자, 노약자나 어린이 가 타인에 의해 업혀서 대피하는 경우 문제점 및 시간을 알아보기 위함	
유형 6 시각 확보 불능 부축대피 (실험참가 4명)	-대피는 정전으로 인하여 시야를 확보하기 힘든 상황에서 대피의 문제점과 시간을 알아보기 위함	

※ 1개 층 층고 4.15 m, 계단 수 : 21개

시각 확보불능으로 부축을 받으며 대피 이렇게 총 6가지 유형으로 나누어 실시하였으며, 각각의 실험 조건 및 내용은 표 3과 같다.

3.2 대피실험 결과

표 4는 실험참가자들의 각 내용별 대피시간의 실험결과이다. 개별 대피자는 4분 51초정도가 소요되었으며, 집단대피의 경우 8분20초가 걸려 개별대피보다 3분40초나 더 걸렸다.

부목착용 대피자는 13분 정도가 소요되었으며, 들것에 의한 대피에는 17분 47초가 소요되었고, 시각 확보 불능 부축대피는 19분 30초, 부상자를 업고 대피에는 20분이 소요되었다.

시각 확보 불능 부축대피와 부상자 업고 대피는 타 조건에 비하여 오래 걸렸으며 이는 실제 화재 시 연기에 의한 시각 확보가 어려운 점, 패닉현상에 의한 혼란과 그에 따른 부상으로 피난이 어려운 점 등 고층 빌딩에서의 비상계단 대피 시 문제점을 다시 확인 할 수 있었다.

중간 대피시간은 각 실험자들이 피난을 시작하여 40층과 20층을 통과 할 때에 해당 층(40층, 20층)의 통과 시간을 측정한 결과이다.

피난의 초기 시기인 40층에서의 중간 대피시간과 중간부분을 지난 20층에서의 중간 대피이동시간에는 집단대피시간이 가장 오래 걸렸으며, 집단대피자의 체력차이와 병목현상 등의

표 4. 실험참가내용 및 대피시간

실험유형	실험내용 (54층에서 대피를 시작하여 1층에서 대피 종료)	참가인원	전체 대피시간	층간 대피 이동 시간 (1개 층 통과시간)	
				40층 통과시간	20층 통과시간
유형1	개별대피	5명	4분51초	5'90"	7'32"
유형2	집단대피	15명	8분 20초	17'38"	85'84"
유형3	부목착용대피	3명	13분	10'05"	12'53"
유형4	들것에 의한 대피	5명	17분47초	11'47"	24'87"
유형5	부상자 업고 대피	2명	20분	11'90"	15'62"
유형6	시각 확보 불능 부축대피	4명	19분 30초	14'91"	16'99"

문제를 확인 할 수 있었고 전체적으로 40층의 통과 시간보다 20층에서의 대피이동시간이 유형에 따라 2배 이상 대피시간이 늘어나고 있음을 확인 할 수 있었다.

그림 2는 대피실험을 한 이후에 신체에 나타나는 피로도에 대해 조사한 결과로 비상계단의 대피를 하는 것에 대한 피로도가 힘들어 대피를 포기하고 싶었다는 실험자가 5명, 힘들었다. 10명, 보통이다가 13명 등의 의견을 나타냈다.

그림 3은 대피체험 후 신체변화에 대한 조사결과로 몸에 땀이 나고 더웠다, 다리가 피곤했다, 숨이 차고 고통스러웠으

며, 현기증이 났다고 답변하여 전반적으로 대피체험 후 신체적 변화에 대한 어려움을 호소했다.

또한, 그림 4는 대피실험을 하고 실험에 대한 정성적 평가를 조사한 결과, 실험을 통해 초고층 건물에서 대피체험의 필요성을 많이 느꼈으며, 실험을 하며 피난계단의 폭과 넓이가 좁고, 실제로 화재가 나면 큰 혼란이 있을 것이라는 의견이 높게 나타났다. 또한, 60층 높이의 건물은 실제 대피체험 후 높다고 느껴지며, 실제 화재가 발생하면 대피하기가 어렵고 대피거리로는 길다고 느낀 것으로 나타났다.

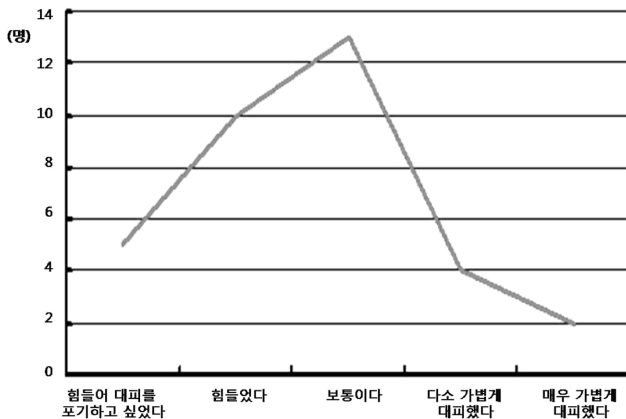


그림 2. 대피체험 후의 피로도에 대한 조사

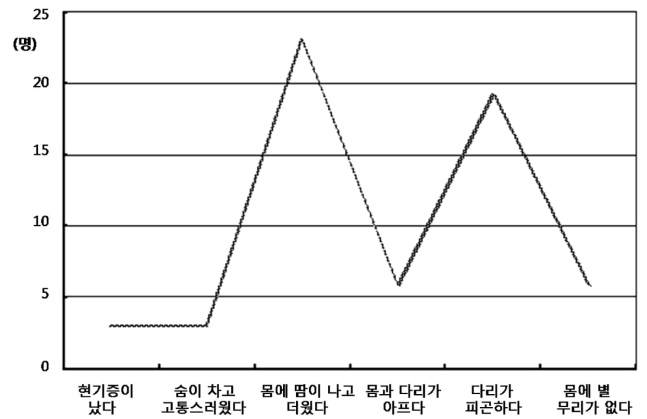


그림 3. 대피체험 후의 신체변화에 대한 조사

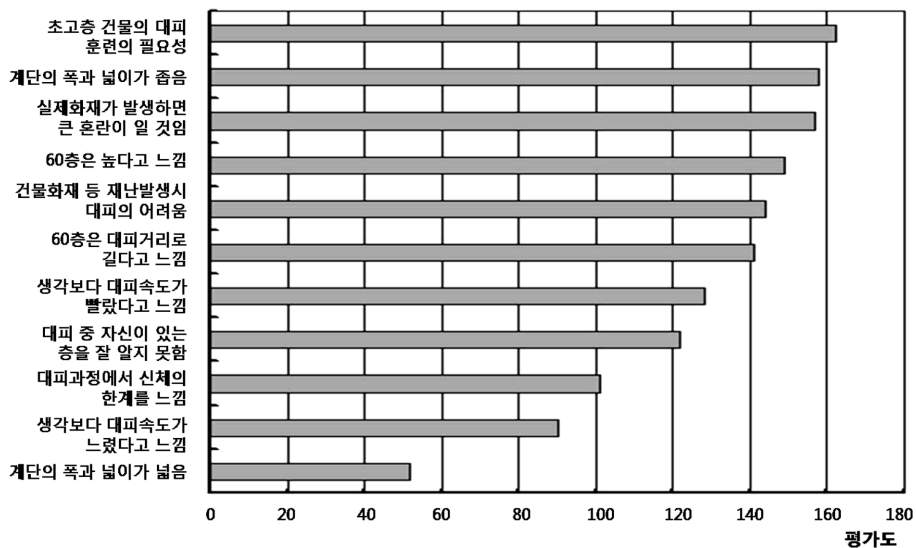


그림 4. 초고층 건물의 대피체험에 대한 정성적 평가

표 5. 대피실험 후 유형별 의견

실험 유형	실험 참가 후 비상계단 대피에 대한 의견
유형1 (개별 대피)	-계단이 반복적이라 공간지각능력이 떨어져 내려오기 힘들었음. -뒤에서 다른 사람의 내려오는 소리가 들릴수록 다급해졌음. -층수를 신경 쓰기 시작하면서부터 내려오는 속도가 현저히 느려졌음.
유형2 (집단 대피)	-계단의 폭이 좁아 행렬이 길어졌으며, 화재가 발생 시 서로 부딪히고 넘어져 혼란 발생 우려가 많음. -앞사람과 뒷사람이 뒤엉켜 다지기 쉽고, 먼저 내려간 사람과의 시간·거리차 등으로 인해 공포감과 불안감도 들었으며 마지막사람도 대피했는지 확인하는 것이 중요.
유형3 (부목착용 대피)	-건강한 사람이 부상으로 깃스를 하고 대피를 하게 된다면 충분히 가능하다고 봄. -부목을 착용하고 내려오던 중 부목이 풀릴 때도 있었는데, 도중 장애물이라도 있었다면 대피도중 크게 다칠 수 있을 것이며, 10분 안에 대피하기는 힘들. -계단의 폭이 좁고 유도등도 없거나 빛이 너무 약해 화재 발생 시 우려가 됨. -계단 손잡이의 부식은 손바닥의 찰과상 우려.
유형4 (들것에 의한 대피)	-비상계단이 좁아 돌아내려오는 부분에서 많이 힘들었으며, 안전대와 장애인들을 위한 비상계단이 절실히 보임. -층간에 계단 출입구 문이 열려 있는 경우가 많아 통행에 불편을 주었음. -공황상태에서 병목현상이 발생하면 환자들은 무사히 대피할 수 있을까 의구심이 듬.
유형5 (부상자 업고 대피)	-실제 화재가 발생하였다면 단 10층도 내려오기 힘들었을 것임.
유형6 (시각 확보 불능 부축대피)	-시아확보가 안되어 한발 한발 내려가는 것이 무척 어려웠음. -일관성 있는 대피로의 규격화와 체계적인 훈련이 필요함.
실험 공통의견	-계단의 참과 너비가 좁아 발 디디는 것과 통행에 불편하였음. -벽과 손잡이가 너무 가까이 있거나 끊기는 부분이 많아 몸을 지탱하기가 어려웠음. -유도등이 시야에 들어오지 않음. -계단층수표시가 벽면 색과 비슷해 구분하기 힘들. -각층에서 비상계단으로 대피하려고 나오려다보면 열린 문에 내려가던 사람이 다칠 수 있을 것 같음. -비상계단에 장애물은 통행에 지장을 줄뿐만 아니라 2차 부상을 야기할 수 있음. -손잡이가 없는 부분은 앞으로 넘어질 우려가 있음.

표 5는 대피실험 참가 후 유형별 실험 참여자의 의견으로 개인대피부터 시각 확보불능 부축대피까지 유형별로 조사한 결과를 제시하였다. 공통의견에서는 계단의 폭이 좁아 피난이 힘든 점, 유도등이 시야에 들어오지 않는 점, 안전공간이 필요하다는 점 등을 실험참가자들은 공통의견으로 제시하고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 초고층건물의 동향을 살펴보고 비상계단의 대피실험을 실시하여 정리하였다.

1930년부터 1960년대에 미국을 중심으로 활성화 되어진 초고층 건물은 이후 1980년대 아시아의 경제적 발전과 더불어 아시아 각 국가들이 초고층 건물에 관심이 높아졌다.

우리나라의 경우도 80년대 이후 60층급 초고층 건물의 건설이 시작되었고 현재는 100층 이상의 초고층건물이 2010년 현재 5개 이상이나 계획 중에 있으며 향후에도 초고층 건물은 늘어날 전망이다.

초고층 건물이 늘어나는 추세에 있는 우리나라에서 초고층 건물의 화재 등을 고려한 비상계단의 실증적 대피실험을 통해 초고층 건물의 대피의 문제점과 개선방향을 찾는 것은 매우 중요하다.

본 논문은 초고층 건물의 비상계단 대피에 대한 기초적 실증실험으로 개별대피, 집단대피, 부목착용대피, 들것에 의한 대피, 부상자를 업고 대피, 시각 확보 불능자 부축대피 등 총 6가지 유형으로 나누어 실증실험을 실시하여 결과를 제시하였다.

본 논문에서는 대피실험 참가자에 대한 경우의 수, 연령계층, 실험조건의 변화, 반복적인 평가 등 실험의 여러 조건은 충족하지 못했으나 향후 초고층 건물의 설계를 위한 비상계단 대피의 문제점을 일부나마 파악할 수 있었으며, 향후 초고층 건물의 화재 특성과 대피를 고려한 공학적인 분석과 지속적인 실험의 축적이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 2006년 강원대학교 자체학술연구비에 의해 진행된 연구이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

한국화재소방학회 (2006) 초고층건물 화재예방 및 진압대책 개발 연구.
 박정현 외1 (2008) 저탄소 녹색성장을 위한 친환경 초고층 건축, 국립방재교육연구원 방재연구소, 방재연구, 제11권, 제1호, pp.32-33.
 백민호 외2 (2007) 초고층 건물의 성능위주 소방설계방안에 관한 연구, 한국화재소방학회, 2007년도 춘계학술발표대회 논문집, pp.101-106
 신호준, 이지향, 백민호 (2009) 초고층 건물의 피난시 안전공간 확보 필요성에 관한 연구, 한국화재소방학회, 2009년도 추계학술발표대회 논문집, pp.520-525
 신호준, 이지향, 백민호 (2010) 초고층 건물 안전공간 계획에 관한 연구, 강원대학교 학위논문
 신호준, 이지향, 백민호 (2010) 초고층 건물 안전공간의 구축 필요성과 활용에 관한 연구, 한국방재학회, 2010년도 춘계학술

발표대회 논문집

- 신호준 (2009) 초고층 건물의 안전공간 계획에 관한 기초 연구,
사회안전학회, 2009년도 학술발표논문집
소방방재청 (2009) 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리 개선
대책, pp.389
森田 武, 世界の高層・超高層・超々高層ビル火災, 近代消防社刊,
1998. 11

- ◎ 논문접수일 : 10년 05월 10일
◎ 심사의뢰일 : 10년 05월 11일
◎ 심사완료일 : 10년 06월 04일