

# 초고층 건축물의 용도별 피난안전구역 성능 확보 방안에 관한 연구

## A Study on the Improvement of the Refuge safety area in High-rise Buildings Type

이병현(Byung-Hyun Lee)<sup>1</sup>, 이경희(Kyung-Hee Lee)<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 건축공학과 대학원, <sup>2</sup>부산대학교 건축공학과

<sup>1</sup>Graduate Course, Department of Architectural engineering, Pusan National University, Pusan, 46287, Korea

<sup>2</sup>Department of Architectural engineering, Pusan National University, Pusan, 46287, Korea

(Received June 1, 2016; revision received June 24, 2016; Accepted: June 27, 2016)

**Abstract** The purpose of this study was to improve the refuge safety area in the high-rise building type. Each simulation was conducted to evaluate the performance of three types in improving the refuge safety area. Targeting the first 63 floors (no refuge safety area), secondly, to target up to the 30<sup>th</sup> floor (refuge safety area on the 30<sup>th</sup> floor, 47<sup>th</sup> floor) specified in domestic laws, and finally, the 20<sup>th</sup> floor (evacuation safety area on the 20<sup>th</sup> floor, 42<sup>th</sup> floor) were considered as targets. Through this analysis, the following results were obtained : The floor for the refuge safety area through simulations showed that the evacuation time is low. It is necessary to improve the floor for the refuge safety area by using the characteristics of the domestic fire fighting vehicle. The first floor for the refuge safety area from the ground floor differs according to the distance and height of the building floor. However, in the case of a business facility it is 15F, and in the case of apartment housing, it is 20F.

**Key words** Business facility(업무시설), Apartment housing(공동주택), High-rise Buildings(초고층 건축물), Refuge safety area(피난안전구역), Simulation(시뮬레이션)

† Corresponding author, E-mail: samlgh@pusan.ac.kr

### 1. 서 론

우리가 주위에서 보는 초고층 건축물은 화재 확산이 빠르고, 피난이 어려우며 소방 활동 및 진압의 한계성을 가진다. 그래서 초기에 진화하지 못하면 상층으로 연소가 급격히 확대되어 대형 화재로 인한 많은 인명피해와 상당한 규모의 재산피해가 발생할 수 있는 물리적인 특성(Table 1)을 가진다.<sup>(5)</sup>

공동주택은 화원의 사용을 피할 수 없어 발화위험이 높은 건축물이며, 가연물이 대량으로 존재하지만, 세대마다 칸막이된 평면으로 구성되어 방재 계획상의 경계벽을 구성하기 쉬워 연소 확대를 방지하는데 유리한 조건을 가진다. 다만, 계단이나 복도가 화염 및 연기에 오염되었을 경우 각 세대에서 복도 쪽으로 피난하는데 지장을 줄 우려가 있다.<sup>(3)</sup> 반면, 업무시설은 작업공간의 개별화 추세로 공간마다 화재하중이 매우 높고, 파티션 및 사무용 기기의 플라스틱과 같은 가연물의 연소 확대 속도가 매우 빠르다. 또한, 공조 및 제연 시스템을 공용으로 사용하는 경우가 많아 제연 및 배

연시스템의 시퀀스제어가 복잡하여 화재시에 제대로 작동하지 않을 가능성이 많으며, 덕트가 방화구획을 관통하는 부위의 마감처리 불량으로 연기와 유독가스가 급속도로 확산될 위험이 있다.<sup>(6)</sup>

국내의 초고층 아파트를 선정, 피난시뮬레이션을 수행한 결과를 바탕으로 국내 아파트에 안전구역(대피장소)을 적용할 경우, 그 효용성이 있으며,<sup>(1)</sup> 초고층 건축물에 대피층을 도입하였을 경우 방재상의 효용성 또한 큰 것으로 확인되기도 하였다.<sup>(2)</sup>

초고층 건물에서 자력으로 계단을 이용하여 지상 옥외로 안전하게 피난할 수 없는 부상자, 노약자 및 장애우들이 이용할 수 있는 시설인 피난안전구역은 피난에서 중요한 역할을 하지만,<sup>(4)</sup> 고가사다리차의 최대 전개작업높이가 46~52 m(중앙소방학교, 2015)인 것을 감안하면 초고층 건축물의 피난안전구역에 대한 보완이 필요한 것으로 사료된다.

이처럼 초고층 건축물은 수직적인 높이 및 수평적인 공간에서 다양하고 복잡할 뿐만 아니라 많은 재실자 및 시설을 수용하게 되므로 발생 가능한 재해의 관

Table 1 Fire physical properties of high-rise buildings

Vertical distribution of space	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The faster rate of fire spread to upper floors</li> <li>- Smoke control is difficult</li> <li>- Stack effect occurs</li> <li>- Building a pressure difference occurs between the lower and the upper</li> </ul>
Access to the upper floors disadvantage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Firefighting difficulties</li> <li>- Firefighters access difficult</li> <li>- Duration of the approaching flames</li> <li>- Wireless communication unit performance limits of high-rise floor</li> </ul>
Evacuation takes a long time	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evacuation of the congestion Capacity</li> <li>- Chaotic evacuation weighted (not external structures)</li> <li>- Far away from the ground vertical evacuation</li> <li>- difficulties evacuation of the injured and disabled</li> </ul>
Effects of wind	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accelerate the burning rate</li> <li>- Deepening of the speed of the smoke rising</li> <li>- Wind effect is difficult to install Smoke exhaustion window</li> </ul>

집에 대한 예방대책이 필요하다. 2009년 7월부터 피난 안전구역을 건축법 시행령에서 정의하고 있으며, 2010년 2월에는 피난층에 대한 규정에 피난안전구역을 포함 하도록 개정하였다.

다만, 현행 건축법에서는 용도별 피난안전구역관련 규정이 일반적인 건축물에 통용될 수 있는 규칙을 중심으로 규정되어 있어 화재 발생 시 안전성을 확보할 수 없어 재실자의 피난 성능확보에 대한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 초고층 건축물의 용도별 피난관련 법규를 검토하여 재실자의 피난안전구역 성능확보 방안을 도출해 나가는 것을 주요 목적으로 하고 있다.

## 2. 국내·외 법규 검토

현재 국내 초고층 건축물의 피난위험요소와 관련된 내용 중 피난안전구역과 관련된 법규를 국외와 비교하여 요약하면 Table 2와 같다.

국내는 건축법에서 건축물의 피난에 관련된 규정을 하고 있으며, 국토교통부령에서 건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙을 정하고, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에서 피난설비와 관련된 사항을 규정하고 있다.

초고층 건축물의 수직피난에 대한 대피공간으로 피

Table 2 Refuge safety areas related provisions

Division	Grounds	Contents
Domestic	Article 34 of the Building Code Act ③, ④ Section	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Installing more than one point for each of up to 30 floors from ground level to the high-rise buildings</li> <li>2. Install gave 1 point from the layer within the upper and lower five floors corresponding to 1/2 of stories on high-rise buildings</li> </ol>
American	National Fire Protection Association NFPA 101 7.2.12	Passive, and recommended that. However, if you never lacks a certain fire-related equipment mandatory evacuation area of temporary disability laws through the ADA(Americans with Disabilities Act)
Canada	Canadian Institute of Construction Technology (Internal Report No. 843)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Do not install a separate shelter space</li> <li>2. proposes to utilize the space of the existing building and that (elevator lobbies, landings, between the, high-rise building bridge, apartment balcony such as a replaced by a space</li> </ol>
China	People's Republic of China national standard-high-rise civil building design fire protection code GB 50045-95 6.1.13	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. In the public buildings that exceed the height of 100 m per 15-floor mid-tier installation is recommended evacuation</li> <li>2. Minimum standards for the area to evacuate floor 1 m<sup>2</sup>/5 people. Must use an entire floor, the facility can be installed with respect to the area portion</li> <li>3. The evacuation must be based on a separate floor evacuation stairs of the upper and lower floors</li> </ol>
Hong Kong	ASEC Journal of Architectural Engineering 2001. Vol. 7	All buildings over 25 layers must be installed in the evacuation floor at intervals of between 20 and 25 floors.

난층 또는 지상으로 통하는 직통계단과 직접 연결되는 피난안전구역을 최대 30개 층마다 1개소 설치하도록 하고 있어 지상층으로 피난 및 건물 내부의 거주자 안전성에 대해 강화되어 있다.

미국은 미국소방협회(NFPA)의 101 인명안전규정에서 대피공간(Areas of Refuge)을 방화 설비 및 구획, 둘 이상의 피난경로를 갖춘 공간 또는 건물 내에서 화재와 분리되어 안전지대로의 접근을 확보하여 피난여유 시간을 벌어주는 역할을 하는 공간으로 정의하고 있으며(NFPA 101(2006) 3.3.18), 휠체어를 타는 장애인을 고려하여 거주자 200명당 한 대의 휠체어 면적(760 mm×1220 mm)이 확보되어야 하며, 휠체어가 통과할 수 있는 너비 915 mm가 대피공간 어느 곳에서든 확보할 수 있도록 제안하고 있다(NFPA 101(2006) 7.2.12.3.1).

캐나다는 승강기 로비, 계단참, 고층건축물 사이의 브릿지, 아파트 발코니를 피난안전구역으로 활용하도록 하고 있다.

중국은 100 m를 초과하는 공공건축물에 대하여 15층마다 대피층을 설치할 것을 권장하고 있다.

초고층 건축물의 피난 특성은 수직으로의 피난시간 지연, 피난 안전사고 및 병목현상의 발생, 신체약자의 피난 곤란 등을 들 수 있으며, 건축물의 용도별 피난 특성은 각각 다른 특성으로 나타난다. 따라서 일관된 법적용은 피난으로 인한 피해 규모가 커질 수 있어 건축물의 특성에 맞게 피난안전구역을 설정할 필요가 있다.

대규모의 수직적 복합공간인 초고층 건축물은 화재 성능과 재실자의 형태를 고려한 합리적인 피난활동을 이끌어낼 수 있는 설계가 부족한 것으로 판단된다. 현재 국내 피난과 관련된 규정을 용도별 즉 공동주택과 업무시설을 비교하여 요약하면 Table 3과 같다.

### 3. 시뮬레이션 개요

본 연구에서는 공동주택과 업무시설의 2곳을 선정

Table 3 Application-specific laws and regulations relating to the comparative evacuation

Division	Apartment housing	Business facility
Door way	more than 0.9 m	more than 0.9 m
Stair and landing space	more than 1.2 m	more than 1.2 m
Corridor	1.2 m (1.8 m, Both sides of the living room)	1.2 m (1.5 m, Both sides of the living room)
The number of direct stairs	Two or more at least 300 m <sup>2</sup> (or less per floor, except 4G)	Three floor or higher and more than 400 m <sup>2</sup> 2 or more

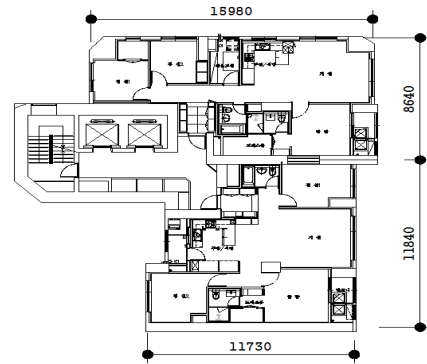


Fig. 1 Apartment housing plan view of the reference floor.

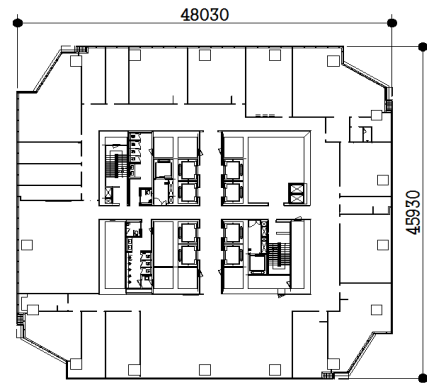


Fig. 2 Business facility plan view of the reference floor.

하였다. 동일한 조건으로 분석하기 위하여 63층을 적용하였으며, 피난안전구역의 검토를 위해 지하층은 고려하지 않고 각각 지상층만 시뮬레이션을 실시하였다. 공동주택과 오피스텔의 기준층 평면도는 각각 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

피난안전구역의 성능확보를 알아보기 위하여 시뮬레이션 조건을 다음과 같이 실시하였다.

CASE(1) 전층에 피난안전구역이 없고 1층으로 피난하는 것으로 설정

CASE(2) 피난안전구역을 30층과 47층에 두고 1층, 30층과 47층으로 피난하는 것으로 설정

CASE(3) 피난안전구역을 20층과 42층에 두고 1층, 20층과 42층으로 피난하는 것으로 설정

각각 입력한 데이터는 공동주택의 출입구는 0.9 m, 계단은 1.2 m, 세대당 인원수는 5명, 층당 10명으로 입력하였으며 재실자 성격은 특정인으로 설정하였다.

업무시설의 출입구는 0.9 m, 계단은 1.2 m, 층당 인원수는 재실자 밀도 18.6 m<sup>2</sup>/인을 적용하여 130명으로 입력하였으며, 재실자 성격은 사무소 직원으로 설정하였으며 각각 입력 데이터는 Table 4와 같다.

Table 4 Input data

Division	Apartment housing	Business facility
Door way	0.9 m	0.9 m
Stair	1.2 m, 1EA	1.2 m, 2EA
Number of people	10 people per floor (630 people)	130 people per floor (8,190 people)
People characteristics	commuters <sup>1)</sup>	office staff <sup>2)</sup>

1) Adult male 50%, Adult Women 40%, children 10%.

2) Adult male 60%, Adult Women 40%.

Simulex에 의한 가정은 모든 재실자는 정상이며, 상호간의 보행속도에 저해를 받지 않는다. 보행속도는 사람과의 간격이 조밀해질수록 감소하게 된다. 또한 앞지르기, 몸의 회전, 측면으로 걸어가기 및 뒤로 밀리기 등이 포함되는 조건이며, 기준층 재실자 배치는 Fig. 3, Fig. 4와 같다.

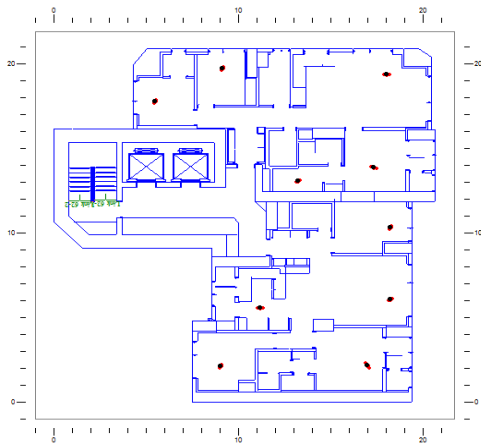


Fig. 3 Apartment housing layout reference floor people.

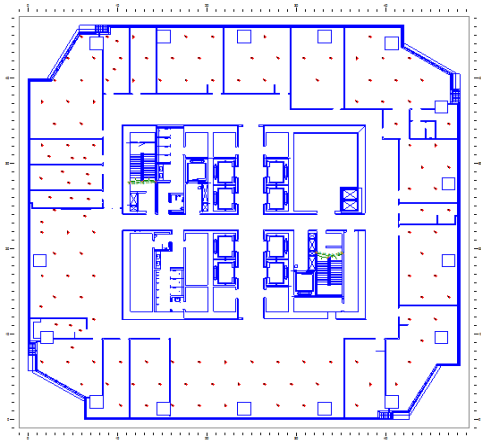


Fig. 4 Business facility layout reference floor people.

## 4. 시뮬레이션 결과

### 4.1 공동주택

Simulex의 특성상 재실자의 피난인원은 가장 가까운 피난장소인 최단거리로 이동하게 되어있다. 공동주택의 경우 CASE(1)로 피난하는 시간을 분석한 결과 630명 전체 인원이 63층에서 1층까지 피난을 하게 되므로 가장 긴 시간인 30분이 소요되는 것으로 분석되었다. CASE(2)로 설정하여 피난하는 경우는 1층, 30층과 47층으로 피난하게 되므로 많은 시간이 단축되어 10분으로 분석되었다. CASE(3)으로 설정하여 피난하는 경우에는 1층, 20층과 42층으로 피난하게 되므로 CASE(2)보다 더 단축하여 8분으로 분석되었다. 공동주택의 경우 1개의 피난계단을 통해 재실자가 피난하였고 어린이 비율이 있음에도 재실자 밀도가 적어 업무시설과 비교하여 63층 전체를 피난하는데 많은 시간이 소요되지는 않았다. 피난안전구역을 CASE(2)와 CASE(3)으로 설정하여도 재실자는 10분 이내에 피난할 수 있는 것으로 확인되었으며, 각각의 시뮬레이션 결과는 Table 5와 같다.

### 4.2 업무시설

업무시설의 경우에도 공동주택과 마찬가지로 CASE(1)로 피난하는 시간을 분석한 결과 8,190명 전체 인원이 1층까지 피난하게 되므로 가장 긴 시간인 85분 소요되는 것으로 분석되었다. CASE(2)로 설정하여 피난하는 경우는 CASE(1)과 비교하여 거의 1/2시간이 단축된 40분으로 분석되었다. CASE(3)으로 설정하여 피난하는 경우는 공동주택과 마찬가지로 피난시간이 단축된 30분으로 분석되었다. 업무시설의 경우 2개의 피난계단과 어린이 비율이 없는 재실자가 피난하였으나 재실자 밀도가 공동주택에 비해 큰 관계로 63층 전체를 피난하는데 공동주택보다 더 많은 시간이 소요되었다. 각각의 시뮬레이션 결과는 Table 6과 같다.

Table 5 Apartment housing simulation results

Evacuated time (minutes)	CASE(1) (people)	CASE(2) (people)	CASE(3) (people)
5	157	493	511
10	331	630	630(8)
15	504		
20	615		(8) means
25	629		8 minutes
30	630		

Table 6 Business facility simulation results

Evacuated time (minutes)	CASE(1) (people)	CASE(2) (people)	CASE(3) (people)
5	592	1784	1763
10	1130	3412	3369
15	1674	4924	5007
20	2211	6109	6474
25	2741	6973	7504
30	3281	7585	8190
35	3815	7931	
40	4355	8190	
45	4891		
50	5434		
55	5968		
60	6506		
65	7046		
70	7486		
75	7817		
80	8119		
85	8190		

각각의 CASE에 따라 시뮬레이션을 실시한 결과는 전체피난에 긴 소요시간이 걸리고 있으나 피난안전구역 설정을 법규에 따라 적용할 경우 피난시간이 줄어드는 것을 알 수 있었다. 그러나 시뮬레이션 결과, 업무시설의 재실자의 밀도가 높아 피난계단이 2개소인 데도 피난하는데 더 많은 시간이 소요되는 것을 알 수 있었으며, 이 결과를 토대로 피난안전구역을 CASE(2)와 CASE(3)으로 피난을 분석한 결과 공동주택과 업무시설 모두 CASE(3)으로 설정하는 것이 CASE(2)로 설정하는 것보다 각각 피난시간이 약 2분과 10분 저감되는 것을 확인하였다.

5. 결 론

본 연구에서의 초고층 건축물의 용도별 피난안전구역 성능확보 방안에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 피난안전구역의 역할이 목적에 맞게 사용되려면 현재 법규에서 규정하고 있는 최대 30층 마다 설치하는 것은 불합리한 요소가 있는 것으로 판단된다.
- (2) 이용약자의 구급이나 구조 활동을 위해서는 고가 사다리차를 이용할 수밖에 없는 상황에서 지상으로부터 피난안전구역의 첫 번째 층은 상층부 재실

자의 피난을 확보하기 위한 높이에 설정을 해야 할 필요가 있는 것으로 판단된다.

- (3) 본 시뮬레이션 결과와 같이 30층(47층)보다 20(42층) 층에 설치하는 경우 피난시간이 단축되는 것을 알 수 있었으며, 업무시설의 층고 높이를 4.5 m, 공동주택의 층고 높이를 3 m로 가정하였을 경우, 업무시설은 15층, 공동주택은 20층이 고가 사다리차를 이용한 소방 활동에 적합한 것으로 사료되어 업무시설은 15층에 공동주택은 20층에 피난안전구역을 설정하는 것이 적합하다고 판단된다.

화재 발생 시 피난은 여러 가지 제약 조건이 많은 관계로 일관된 적용보다는 안전성을 고려하여 적용할 필요성을 가지며, 고가사다리의 구조 안전성의 검토는 차후에 연구·개발을 통해 피난성능을 확보하는데 부응할 것이라 사료된다.

References

1. Baek, S. T., Lee, U. K., Kang, G. M., and Jung, K. S., 2003, A Study on Usefulness Review of Refuge Area about Domestic a High-Rise Apartment Building, Korean Institute of Fire Science and Engineering Proceeding, Vol. 2003, No. 10, pp. 374-379.
2. Choi, J. P., Kang, B. J., Park, Y. S., and Lee, Y. J., 2005, Schematic Development of ‘Refuge Floors’ and ‘Areas of Refuge’ for High-Rise Buildings, Journal of the Architectural institute of Korea Planning and Design, Vol. 21, No. 11, pp. 147-154.
3. Hong, W. H., Choi, J. H., and Jeon, G. Y., 2007, A Study on Setting the Grade of Vertical Evacuation Rank to Introduce an USN-based Evacuation System into Super High-rise Apartment Housing’s, Journal of the Korean Housing Association, Vol. 18, No. 5, pp. 133-141.
4. Hwang, H. S., 2007, Based on studies of refuge area installation in high-rise buildings, Journal of Korean institute of fire science and engineering, Vol. 3, No. 1, pp. 1-7.
5. Son, B. S., 2015, Thought about fire safety in high-rise buildings, The Magazine of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineering of Korea, Vol. 44, No. 5, pp. 16-22.
6. Jang, H. R., 2010, A Study on the Safety management through Analyzing the Characteristics of Fire and Evacuation in Hyper Skyscraper Buildings, Graduate School of Industry Information, Mokwon University.