

초고층 건축물의 피난시설 계획수립의 대안

Proposal in Planning of Evacuation Facilities in High-Rise Buildings

소 방

전문교육 강의자료



글 | 李景河

(Lee, Kyung Ha)

소방기술사, 국제기술사(소방),
(주)하나기연 소장.

E-mail : khlee@hanace.co.kr

In regard to the planning of building evacuation in high-rise buildings, the current ruling provisions in domestic Acts are divided into the Building Act and the Fire Services Act to stipulate the requirements of evacuation facilities and the egress plan for fire safety.

This fact of two divided Acts is the one reason that the planning of complete building evacuation in case of fire in the high-rise buildings could not have been accomplished successfully on the basic design basis with the current applying procedure of the two Korean Acts.

1. 머리말

초고층 건축물의 피난과 관련하여 국내에서 적용되고 있는 현행법 체계를 보면 건축법과 소방법으로 나누어져 관련 내용을 구분하여 피난시설에 대해 규정하고 있다. 초고층 건축물의 피난에 대한 기본설계가 국내 법 기준 환경으로는 완전하게 수행되지 못하는 이유 중에 하나가 이러한 법체계에 있다고 할 수 있다.

화재가 발생하였을 때 초고층 건축물에서의 피난에서는 여러 가지 장애요소가 많기 때문에 이들 요소를 피난계획 수립 시 세밀하게 검토하여 최소화되도록 하지 않으면 안 된다. 그럼에도 불구하고 국내 법체계에서는 건축법에 의하여 피난계단, 방화구획, 내화구조를 정하여 건축물에 대한 기본계획을 정하고 나서 다시 소방법에 의거하여 초고층 건축물의 피난에 대한 안전시설을 확인하여 보완하는 수순을 밟고 있다. 건축설계가 기본이 되다보니 안전에 대한 우선순위가 뒤

로 밀리는 셈이 되고 만다. 따라서 이를 바로잡아 피난 안전에 대한 설계를 제대로 하기 위해서는 현행 법체계를 개선할 필요가 있다.

개선방안의 하나로는 현 건축법과 소방법에서 피난에 관련된 내용을 모아서 “피난 안전에 관한 소방 기준”으로 통합하는 것이다. 특히 초고층건축물의 피난에 대해서는 이 기준에 의해 종합적으로 설계할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

따라서 여기서 이러한 취지를 설명하기 위하여 피난과 관련한 국내 현행법의 내용과 미국 NFPA 101의 관련내용을 간략히 설명하고 초고층 건축물에서의 피난계획의 구성과 수립절차에 대하여 제시하고자 한다.

2. 국내 소방법에서 정한 피난시설 및 관련 소방시설

소방법에서의 피난시설은 화재가 발생할 경우 피난하기 위하여 사용하는 기구 또는 설비로서

다음과 같은 종류로 되어 있다.

- (1) 피난기구
- (2) 인명구조기구
- (3) 유도등 및 유도표지
- (4) 비상조명등 및 휴대용 비상조명등

그리고 피난에 기여하는 관련 소방시설로서는 스프링쿨러설비, 비상방송설비, 자동화재탐지설비, 시각경보기, 제연설비 등이 있다.

3. 현 건축법 시행령에서 규정한 피난시설

현재 건축법 시행령에서 규정하고 있는 조항은 주로 건축 구조물과 관련된 사항으로서 다음과 같다.

- (1) 피난계단, 특별피난계단
- (2) 옥외광장, 헬리포트
- (3) 건축물의 내화구조, 방화구획
- (4) 계단복도, 출입구, 방화문
- (5) 비상용승강기, 피난안전구역
- (6) 기타

4. NFPA 101 Life Safety Code 2009 Edition

국내 소방기술자들은 종합적으로 피난 안전시설을 설계하기 위하여 미국의 NFPA 101 Life Safety Code를 참고로 하여 실물에 적용하기도 한다.

다음은 NFPA 101 Code에서 피난과 관련된 사항은 Chapter 3 용어 정의와 Chapter 7 Means of Egress에 주로 소개되어 있다.

5. 건축법에서의 피난시설

건축법에서 화재 및 기타 재해 시의 안전한 피난 대피를 위한 규정 중에서 중요한 사항으로서 피난

계단 및 특별피난계단을 들 수 있다. 건축법에서는 피난계단 및 특별피난계단에 대하여 층의 위치와 용도에 따라 설치기준을 정하고 내화구조의 벽과 계단, 실내 불연재료 마감, 방화문 설치, 조명시설, 계단 폭 등의 구조에 대한 기준을 정하고 있다.

초고층 건축물의 높은 층에는 부속실을 경유하게 되는 특별피난계단을 설치하게 되어 있고 피난을 원활히 하기 위한 제연설비를 갖추게 되어 있는데 제연설비에 대한 세부 설치기준은 소방법에서 다루고 있다.

초고층건축물의 피난계단 및 특별피난계단에서 유의할 점은 다음과 같이 피난하려는 심리와 행동 특성이 나타난다는 것이다.

- (1) 밝은 곳
- (2) 평소 사용하는 출입구나 계단의 방향
- (3) 개방된 공간의 방향
- (4) 위험이 극도에 달하면 좁고 구석진 곳으로 피난
- (5) 혼미한 상태가 증가되면 남의 행동을 추종

6. 소방법에 의한 유도등 및 유도표지

대개의 초고층 건축물은 규모가 크고 구조가 복잡하므로 화재시 재실자들이 발생 연기로 인해 피난 출구를 찾지 못하여 안전한 장소로 피난하지 못할 우려가 많다. 화재시 피난유도는 건물 사정을 숙지하고 있는 지도요원에 의한 유도가 가장 유효한 수단이다. 그러나 위와 같은 지도요원이 충분히 확보하기는 쉽지 않다. 따라서 피난 유도표지 및 유도 등에 의하여 피난 대피자를 비상 출구까지 유도하여야 한다.

유도 등은 재해시 많은 사람들에게 피난구가 있는 장소, 또는 피난방향을 알려주게 되므로 연

기의 발생으로 피난의 불안감 및 공포심 유발을 감안한다면 유도 정보량이 많으면 많을수록 좋을 것이다. 따라서 유도 등으로 표면적은 클수록 유리하므로 중형 및 대형 유도등의 출현하게 되었다. 그러나 건축설계자는 대형유도등이 설치장소에 따라 건물 인테리어와의 불균형을 조성한다고 이의 설치를 꺼려하는 경향이 있다. 대형유도등으로 시각적으로 개선되었다 하더라도 연기가 스며들기 시작하면 희미하게 보이지 않는 약한 유도등일 수밖에 없다. 유도등이 연기 속에서도 잘 보이게 하려면 표시 면을 매우 밝게 할 필요가 있다. 그래서 불빛이 순간적이지만 형광등의 수백 배 수천 배나 밝은 크세논 램프를 추가로 피난구 유도등의 가로 또는 아래에 부착시켜 매초 2회의 간격으로 섬광을 내도록 하여 짙은 연기 속에서 유도등을 볼 수 있도록 하기도 한다.

7. 소방법에 의한 비상조명등

비상조명등은 화재시 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 거실 및 피난 통로 등에 설치하는 조명등으로 상용전원이 정전되는 경우에 비상전원으로 자동 전환되어 점등되는 조명등을 말한다.

이전까지는 예비 전원(축전지)이 내장되어 있는 비상조명등을 사용하거나 또는 형광등 기구에 백열등을 내장하여 비상조명등으로 사용하거나 3등용등기구중 2개의 램프는 상용으로 사용하고 나머지 1개의 램프는 비상등용으로 사용해 오고 있었다.

그런데 최근에는 평소에는 일반전원에 의해 일반 조명으로 사용하다가 비상시에는 자동으로 비상전원에 연결되어 비상조명등으로 사용되는 2

Way 형광등 안정기가 개발되어 사용되고 있다. 이는 상용 형광등을 비상시에 비상 조명등으로 사용할 수 있어서 평상시와 같은 조도(Lux)를 유지할 수 있는 장점을 지니고 있다.

8. 소방법의 피난을 위한 제연설비

화재시 가연성 물질이 열을 받게 되면 열분해가 일어나 열분해생성물이 공기 중으로 방출된다. 이 고온 생성물이 가열되면 연소 생성물의 구성 성분도 가열온도에 따라 시시각각으로 변화한다. 이 과정에서 완전연소가 되지 않은 경우 탄소입자와 액체입자가 미연소 상태로 남아 있으며 가스 중에 부유, 확산된 상태로 존재하게 된다. 이러한 미립자(연기입자 등)가 부유 상태로 가스 성분과 혼합 존재하는 것을 연기라고 한다. 연기가 번지면 혼합연소가스 및 일산화탄소가 증가하고 산소가 감소하게 되어 사람이 질식하게 된다. 특히 합성물질로 된 건축 재료가 탈 경우에는 시안화수소(HCN), 염화수소(HCl), 포스겐(COCl) 등 유독가스가 발생하여 치명적이다. 인간이 화재시 연기오염에 노출되면 연기, 생성가스, 자극 물질 등의 호흡 인하여 최면, 마취, 마비증세, 질식사망 등으로 영향을 받게 된다. 화재시 피난자는 짙은 연기를 보거나 약간의 연기를 마시게 되면 연기의 양상에 따라 불안감이 팽배해지고, 공포(Panic) 현상으로 발전하여 정상적인 피난행동을 할 수 없게 되어 피난에 실패하게 된다.

초고층 건축물 화재에서 이러한 연기를 피난하기 위해서 주로 특별피난계단을 이용하게 되는데 여기에 설치하는 급기가압제연설비는 소방법 화재안전기준(NFSC 510A)의 특별피난계단 및 비

상용 승강기 승강장의 제연설비 설치에 관한 기술기준(행정자치부 고시 제1995-7호)으로 규정하고 있다.

초고층 건축물 화재에서 주로 피난계단 또는 특별피난계단의 피난경로를 거쳐서 피난층에 이르게 되는데 이 피난경로가 연기에 오염되어서는 안된다. 따라서 급기가압제연설비 설계에서 연기의 흐름, 가압 급배기와 초고층으로 인한 제반 주변특성에 따른 기류영향을 공학적으로 해석하여야만 한다.

가압을 이용한 제연방식 이외에 연기 확산을 방지하기 위하여 화재실의 연기를 배출시키는 방식, HVAC 시스템에 의한 연기제어시스템은 자동적으로 화재실과 피난하는 거실을 인식하여 HVAC의 뎀퍼 조작에 의거 피난에 유리한 기류압을 형성하도록 하는 제연방식이 있다.

9. 초고층 건축물의 종합적인 피난계획

피난은 화재 시에 보다 더 안전한 장소로 대피하는 행위이다. 피난계획의 기본은 인명안전을 위하여 재실자가 화재공간에서 안전한 장소로 혼란 없이 신속하게 대피할 수 있도록 적합한 피난시설의 설치 계획과 안전한 피난경로의 확보를 위한 건축 구조 및 방화구획, 제연설비, 스프링클러설비, 제연경계 설정 등을 계획하는 것이다. 피난계획은 유도계획, 시설계획, 피난환경조성계획으로 나누어 볼 수 있다. 초고층 건축물에서 피난 불안요인은 거리가 먼 수직 피난경로, 피난계단 외에 다른 특별한 피난수단 부재, 제연설비에 대한 불신감 등으로 여러 가지 많아서 피난에 대한 확실한 신뢰를 줄 수 있는 피난계획이 필요하게 된다.

그래서 초고층 건축물의 방재계획에서는 피난계획이 가장 중요한 비중을 차지한다. 초고층 건축물의 피난계획에서는 건축법에서 정한 피난시설의 배치와 설치구조와 소방법에 의한 피난설비, 경보설비, 소화설비, 제연설비 등의 설치계획과 함께 고층에서의 피난문제, 연기확산방지를 위한 소화설비 배치, 제연과 관련되는 기류특성문제, 피난 용량, 피난심리 및 행동 문제 등의 복잡한 특성을 검토하여 종합적으로 계획을 수립하지 않으면 안 된다.

초고층 건축물의 피난계획 수립하려면 복잡한 특성을 충분히 검토해야만 한다. 특유의 수직구조, 초고층에서 피난계단의 한계성, 연돌효과 등의 기류 특성, 수직 고층으로 소화 활동의 난이성, 상층으로의 빠른 연기 확산 및 연소 확대 등을 세밀하게 검토하지 않으면 여러 가지 피난 실패 요인을 만들어 내게 된다. 피난 계단실의 부적합, 화재경보 불량, 피난 장애물 생성, 노약자 장애인에 대한 배려 부재, 피난 용양 및 능력문제 등의 요인에 의하여 피난 실패가 발생하게 된다. 따라서 건축법의 피난 관련 항목은 소방법의 피난시설, 소화시설과 연계하여 피난계획을 수립할 수 있도록 법체계를 재 정비 할 필요가 있다. 현재 국내에서 건축설계를 한 후에 소방의 피난시설을 계획하는 관행절차가 초고층 건축물의 피난계획을 제대로 수립하는데 장애요인이 되고 있다. 이렇게 피난과 관련한 설계 계획을 건축 우선으로 나누어 하다 보면 시간부족과 경제적인 이유, 피난 계획 및 설계 방법론의 부재 및 건축주의 의식 부족 등의 이유로 계획을 올바르게 정립하지도 못하고 만다.

실제적인 피난계획을 수립하기 위해서는 우선

이러한 실무를 소방기술자가 종합적으로 처리할 수 있는 체계가 뒷받침되어 주어야 할 것이다. 이러한 체계 하에서 피난시설, 피난안전구역(SAFE REFUGE AREA) 설정, 화재 및 피난시물레이션 실행, 화재 위험성과 피난시설의 성능 분석 등으로 피난에 대한 종합적인 계획을 수립할 수 있을 것이다.

피난계획에서 피난행동도 검토해보아야 한다. 화재시 피난행동은 개인의 신체적 심리적 상태, 건축물 인지도, 피난교육 및 훈련, 화재특성, 주변 구조 환경에 따라 여러가지 행동 본능이 나타난다. 피난행동의 본능으로는 귀소성, 일상동선 지향성, 향광성, 향개방성, 인지경로 선택성, 지근거리 선택성, 직진성, 본능적 위험회피성, 이성적 안정지향성, 부화내동성 등으로 구분된다. 이들 본능들에 대하여 FOOLPROOF, FAILSAFE에 의한 피난자의 안전을 확보할 수 있도록 피난 설계에 반영되어야 할 것이다.

10. 초고층 건축물의 피난을 위한 최신 피난기구

2001년 9월 11일 미국 뉴욕 세계무역센터와 워싱턴 국방부에 납치된 여객기가 충돌하는 테러사건이 일어났다. 9. 11테러 이후 건축물 바깥에 구조시스템을 장착하여 안전하게 피난 구조하는 새로운 착상을 내고 소방관련 업계에서 연구 개발하기 시작했다. 이러한 배경에 의하여 2002년에 설립된 이스라엘의 ERS(Escape Rescue System) 회사가 플랫폼 구조시스템(Platform Rescue System)를 개발하여 전 세계에 소개하였고 일부 초고층 건축물에 적용되기 시작했다. 이 시스템의 형태와 기능은 다음 그림과 같다.

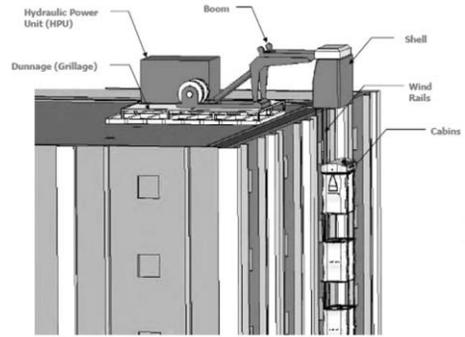


Figure 1. Escape Rescue System Overview

〈초고층용 피난장치 PRS〉

11. 맺음말

건축법시행령에서 규정한 피난 관련 항목들을 건축 설계자가 계획하고 다시 소방법에 의하여 소방전문가가 피난계획을 추가하는 방식의 법체계로는 특히 초고층 건축물에서 피난과 관련하여 제시된 문제를 해결하기 어렵다. 이런식으로 피난계획 수립절차를 이분화하지 말고 초고층 건축물의 건축 기본계획이 나오면 우선 소방 피난안전을 위하여 소방기술자가 종합적으로 피난계획을 수립하는 것이 바람직하다. 법체계를 피난안전에 관한 소방기준으로 통합하여 피난계획을 수립하도록 하는게 좋을 것이다. 그리하여 초고층 건축물의 피난안전 분야의 기술도 체계적으로 축적해 나가야 할 것이다.

또 한편으로 앞으로 초고층 건축물의 소방피난 부문에서 피난설비, 제연설비, 소방안전 시물레이션 그리고 기류의 공학적 특성 연구, 초고층에 적합한 피난기구의 개발, 피난과 소방시설의 연관성 등 초고층 건축물의 안전한 피난을 위하여 심도 있게 연구해야 할 것이다.

〈원고접수일 2009년 7월 31일〉