

초고층 건물의 제연설비 기준

■ 박진철 / 편집이사, 중앙대학교 건축학부, jincpark@cau.ac.kr

용어설명

- 제연 : 피난자가 안전하게 피난할 수 있는 제연구역을 보호하기 위해서 화재의 연기가 유입되지 않게 차압효과 내지는 연기의 방출을 통해서 방해하는 것
- 배연 : 화재공간에서 발생하는 연기를 배출하는 것
- 제연설비 : 제연을 위해서 설치되는 설비
- 제연구역 : 제연대상공간
- 제연용량 : 제연성능 발휘를 위한 급기량과 배연량의 총합

서론

최근 전세계적으로 초고층 건물에 대한 관심이 높아져가고 있다. 특히, 인구밀도가 높으며 수도권 위주에 집중화된 생활권을 가지고 있는 국내의 경우, 초고층 건축물의 건립이 활발하게 진행되고 있다.

그러나, 초고층 건물은 한정된 공간에서 최대한의 공간효율을 가질 수 있고, 보다 나은 인간의 생활환경과 도시기능의 첨단화를 가져오는 반면, 화재 및 피난 측면에서는 많은 위험성을 가지고 있다.

특히, 수직 높이의 증가로 화재시 피난시간이 일반 건물에 비해 지연되어 재실자의 안전성에 대한 심각한 문제점을 내포하고 있다. 또한 건물의 수직 통로에서 나타나는 연돌효과(stack effect)는 엘리베이터 출입문의 오작동, 출입문 개폐의 어려움, 틈새 기류로 인한 소음 발생과 함께 화재시 유독가스의 급속한 확산 및 제연설비의 장애현상 등의 문제점을 유발할 수 있다.

따라서, 본 고에서는 초고층 건물에서의 제연과 관련된 국내의 법규나 기준, 설비적인 분야 등을 알아보고 향후 개선방안을 제시하고자 한다.

초고층 건물의 특성

현재 초고층 건축물의 정의는 나라와 학자에 따라서 제각각 다르게 정의되기 때문에 전 세계적으로 통일된 정의는 없다. 건축계획과 디자인 용도상에 직접적으로 영향을 주는 고층성(Tallness)을 가진 건축물이라고 정의한다. 초고층 건축물의 다양한 정의에도 불구하고 학계에서는 50층 이상, 200m 이상의 건축물을 초고층 건축물로 보는 견해가 일반적이다.

초고층 건물은 도심에서의 한정된 공간을 효율적으로 사용할 수 있으나 그 높이와 규모로 인하여 일반적인 건물보다 다음과 같은 문제점을 지니고 있다.

고층·폐쇄 공간으로 인해 상황전개와 위험파악의 어려움

초고층 건물은 숙박시설, 위락시설, 집회시설, 공연시설 등 다양하고 복합적인 공간으로 쓰이고 있다. 그에 따라서 많은 인구의 집중이 일어나는데 화재가 발생시에 패닉현상이 일어날 수 있다. 그 공간의 쓰임에 따라서 공간을 분할하고 구획을 하게 되는데 관람시설이나 공연시설 등은 많은 사람들이 좁은 공간 내에서 존재하게 되므로 갑작스러운 화재경보로 인하여 패닉 현상이 일어나 제대로 된 피난이 이루어지지 않을 수 있다.

많은 인구가 밀집하여 있는 초고층 건물의 경우 테러나 방화로 인하여 많은 인명과 재산피해가 일어날 수 있고 대피하기 위해 혼잡상황 발생할 수 있다.

건축물 외부에서의 소방지원 어려움

최근에 건설되는 초고층 건물들은 외부 커튼월을 유리구조로 쓰는 경우가 다수로 강한 풍압과 연돌효과 저감을 위해서 창을 열 수 없게 설계하거나



열리더라도 작은 범위내로 개폐 가능하도록 설계하고 있다. 이러한 유리구조물은 화재에 취약하여 화재시 높은 열로 인하여 파손되면 산소의 공급통로가 되고, 연돌효과를 심화시킨다.

창의 개폐가 한정적이기 때문에 소방 사다리차가 접근하여도 소방관이 마땅히 건물 내부로 침투 어렵다. 실제로 화재가 일어난 장소로 접근하는 시간이 초고층 건물의 경우 긴 이동통로로 인해 지연되기 때문에 초기 진화가 거의 불가능하다는 단점이 있다.

또, 고층부 화재시 소방대원의 대응시간이 지연되고, 고가사다리차 등 소방장비 운용의 한계가 있다.

고층화(수직구조)에 따른 피난거리 및 시간 증가
초고층 건물은 높이와 규모가 상당하고 많은 사회적 공간들로 인해서 유동 인구 및 주거 인구가 다수로 필연적으로 수직적 이동수단인 엘리베이

터를 많이 이용하게 되는데, 화재시에는 원칙적으로 엘리베이터의 사용을 금지하고 있다.

계단실을 통해서 모든 사람이 대피한다는 원칙을 가지고 있는데, 고층에서 지상층으로 대피하려는 사람의 경우 매우 긴 피난거리가 생긴다. 피난시간도 증가하는데 화재는 매우 빠른 확산속도를 가지고 있기 때문에, 피난시간이 길어지면 길수록 피난에 실패할 수 있는 가능성이 높다. 화재시에는 계단 통로를 이용해야 하므로 고층부에서 수직적 대피 어려움이 있다.

또한, 큰규모(공간)에 따른 연기제어 어려움과 세로창일 때 연기배출이 지연되는 특징이 있다.

연돌효과 심화로 인한 연기확산

연돌효과는 건축물의 내외부의 온도차에 의해 공기의 밀도차가 생기고 그에 따라 부력이 생기면서 건물의 수직적 통로 안으로 급격한 공기의 흐름이 발생하는 것으로 초고층 건물의 경우, 일반적인 건

<표 1> 초고층 건물의 정의

| 국가 | 기준 |
|----|--|
| 한국 | 50층 이상, 200 m 이상 건축물 ¹⁾ |
| 일본 | 높이가 60 m를 넘는 건축물을 초고층 건축물로 규정 ²⁾ |
| 중국 | 100 m 이상의 높이를 가진 건축물 ³⁾ |
| 대만 | 12부-도시계획규-초고층건축 ⁴⁾ 규정에 의거해 피난특별안전계단을 요구하는 건축물의 높이 한계는 50 m임 건축구조설계안전규정을 적용받는 초고층은 36 m 이상임 (현재 "높이"의 기준과 같이 통일된 명확한 초고층에 대한 정의는 없음) |
| 미국 | ⁵⁾ 높이 50층 또는 200 m 이상인 건축물 밀변과 높이 비율(세장비)이 1:5 이상인 건축물 횡력저항 시스템 유무의 판단에 의한 건축물 ⁶⁾ 매우 높고, 지속적으로 거주 가능한 건축물임 공식적인 정의는 없지만 'Skyscraper' 로 규정되는 최소 높이는 대략 150 m 또는 500 ft 거주층이 규칙적인 간격으로 나뉘어져 있으며, 높이는 35 m 또는 115 ft 이상인 건축물 |

- 1) 서울시 뉴스(2008.12.09) 초고층 건축물 정의 신설(건축법 제2조)
- 2) 건축기준법시행령 제3장 구조강도 제1절 총칙 제36조(구조방법에 관한 기술적 기준) 3항 법 제20조 제2호
- 3) 중화민국 건축규범
- 4) 내정부영건저 자료
- 5) CTBUH(Council on Tall Building & Urban Habitat)의 정의
- 6) The Emporis Data Committee 정의

물들보다 훨씬 긴 수직적 통로가 생기기 때문에 연돌효과는 더욱더 심화된다.

연돌효과가 생기는 엘리베이터실과 계단실, 설비 샤프트 등의 공간으로 화재로 인한 연기가 유입되게 되면 수직적 통로는 하나의 굴뚝이 되어서 건물 전체로 연기를 전달하는 통로가 될 수도 있다.

화재가 발생하면 내부 공기의 온도가 급격하게 높아져 연돌효과를 심화시키기 때문에 초고층 건물에서는 이에 대한 심각한 고려가 이루어져야 한다.

또, 건축물 내부에 공기흐름이 발생하여 화재로 인한 연기확산 우려된다.

초고층 주거시설에 적합한 방재설비 및 내장재료를 규제나 검증할 수 있는 관련법규와 제도 등 재난관리체계와 사회적인 공감대 등이 미흡

관련분야와 관계가 적고 대책 수립과 연구 성과도 없이 선불리 시행하려는 국내의 성급한 법제화 추진도 문제이다. 예로 소방법에서는 30층 이상 초고층 건축물에 대해 화재영향평가 및 성능기반설계를 하도록 규정하고 있다.

화재 무방비 고층 아파트의 문제점을 여러차례 지적해 왔는데, 고쳐진 것 없이 사고가 터지고 나서야 뒤늦게 대책을 세우는 안전불감증

사례로 2009년 3월 서울 압구정동의 아파트 화재 현장에서 여성 한 명이 베란다까지 덮친 불길을 피하려다 11층 높이에서 떨어져 숨진 안타까운 사고가 발생했다⁷⁾.

초고층 건물의 제연설비

제연설비 개요

• 정의 및 구성요소

제연설비는 건물내 화재 발생시 연기로 인한 피해를 막기위해 연기를 통제하기 위한 연기 통제설비로 크게 연기를 감지하는 설비(연기 감지

기), 연기가 다른 곳으로 확산되지 않도록 막아주는 설비(제연 댐퍼, 방화샷타), 연기를 건물 밖으로 배출하는 설비(배연설비) 등으로 구성되어 있다.

• 설치 목적

- 화재시 발생하는 연기를 제어하여 피난상의 안전 확보 및 연기에 의한 손실 방지
- 소방활동을 위한 시계 확보 및 유독가스 배출
- 공기의 흐름을 조정하여 화재 연소 경로 유도

• 제연의 원리

- 제연 : 화재시 건물 내에서 발생한 연기가 유동 또는 확산되지 않도록 제어하는 것
- 원리 : 연기의 희석(Dilution), 배출(Exhaust), 차단(Confinement) 또는 이들의 조합

• 활용

- 제연설비의 활용은 화재 초기부터 중기까지의 활용이 효과적이며, 중기 이후 대량의 연기가 발생할 때에는 제연효과가 적음
- 제연설비 작동시에 환기설비가 작동되고 있으면 공기가 휘돌아 제연효과가 저하되므로 환기설비를 정지시킴

제연설비 기준

국내 제연관련 규정

- 건축법 관련 규정⁸⁾

- 1) 건축법 시행령 [일부개정 2008.10.29 대통령령 제21098호](표 2 참조)
- 2) 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 [일부개정 2008.7.10 국토해양부령 제33호](표 3 참조)
- 3) 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 [일부개정 2008.7.21 국토해양부령 제36호](표 4 참조)

7) mbc뉴스데스크 (2009.03.12.)

8) 국회법률지식정보시스템 (2009년 4월말 조회)



<표 2> 건축법 시행령 [일부개정 2008.10.29 대통령령 제21098호]

| 규칙 | 내용 |
|--------------------|--|
| 제51조 (거실의 채광 등) | <ul style="list-style-type: none"> - 6층 이상인 건축물로서 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설, 교육연구시설 중 연구소, 노유자시설 중 아동 관련 시설·노인복지시설, 수련시설 중 유스호텔, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 관광휴게시설 및 장례식장의 거실에는 국토해양부령으로 정하는 기준에 따라 배연설비(排煙設備)를 하여야 한다. 다만, 피난층인 경우에는 그러하지 아니하다. |

<표 3> 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 [일부개정 2008.7.10 국토해양부령 제33호]

| 규칙 | 내용 |
|---------------------------------|--|
| 제10조 (비상용승강기의 승강장 및 승강로의 구조) | <ol style="list-style-type: none"> 1. 비상용승강기 승강장의 구조 <ul style="list-style-type: none"> - 승강장의 창문·출입구 기타 개구부를 제외한 부분은 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것. 다만, 공동주택의 경우에는 승강장과 특별피난계단의 부속실과의 경계부분을 특별피난계단의 계단실과 별도로 구획하는 때에는 승강장을 특별피난계단의 부속실과 경계할 수 있다. - 노대 또는 외부를 향하여 열 수 있는 창문이나 배연설비를 설치할 것 - 승강장의 바닥면적은 비상용승강기 1대에 대하여 6제곱미터 이상으로 할 것. 다만, 옥외에 승강장을 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다. 2. 비상용승강기의 승강로의 구조 <ul style="list-style-type: none"> - 각층으로부터 피난층까지 이르는 승강로를 단일구조로 연결하여 설치할 것 |
| 제14조 (배연설비) | <ul style="list-style-type: none"> - 건축물에 방화구획이 설치된 경우에는 그 구획마다 1개소 이상의 배연창을 설치하되, 배연창의 상변과 천장 또는 반자로부터 수직거리가 0.9미터 이내일 것. 다만, 반자높이가 바닥으로부터 3미터 이상인 경우에는 배연창의 하변이 바닥으로부터 2.1미터 이상의 위치에 놓이도록 설치하여야 한다. - 배연창의 유효면적은 산정된 면적이 1제곱미터 이상으로서 그 면적의 합계가 당해 건축물의 바닥면적의 100분의 1이상일 것. 이 경우 바닥면적의 산정에 있어서 거실바닥면적의 20분의 1이상으로 환기창을 설치한 거실의 면적은 이에 산입하지 아니한다. - 배연구는 연기감지기 또는 열감지기에 의하여 자동으로 열 수 있는 구조로 하되, 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것 - 배연구는 예비전원에 의하여 열 수 있도록 할 것 - 기계식 배연설비를 하는 경우에는 소방관계법령의 규정에 적합하도록 할 것 - 배연설비의 구조는 배연구 및 배연풍도는 불연재료로 하고, 화재가 발생한 경우 원활하게 배연시킬 수 있는 규모로서 외기 또는 평상시에 사용하지 아니하는 굴뚝에 연결할 것 - 배연구에 설치하는 수동개방장치 또는 자동개방장치는 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것 - 배연구는 평상시에는 닫힌 상태를 유지하고, 연 경우에는 배연에 의한 기류로 인하여 닫히지 아니하도록 할 것 - 배연구가 외기에 접하지 아니하는 경우에는 배연기를 설치할 것 - 배연기는 배연구의 열림에 따라 자동적으로 작동하고, 충분한 공기배출 또는 가압능력이 있을 것 - 배연기에는 예비전원을 설치할 것 - 공기유입방식을 급기가압방식 또는 급·배기방식으로 하는 경우에는 소방관계법령의 규정에 적합하게 할 것 |

<표 4> 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 [일부개정 2008.7.21 국토해양부령 제36호]

| 규칙 | 내용 |
|-------------------------------|---|
| 제8조 (직통계단의 설치기준) | <ul style="list-style-type: none"> - 직통계단의 출입구는 피난에 지장이 없도록 일정한 간격을 두어 설치하고, 각 직통계단 상호간에는 각각 거실과 연결된 복도등 통로를 설치하여야 한다. |
| 제9조 (피난계단 및 특별피난계단의 구조) | <ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 5층 이상 또는 지하 2층 이하의 층으로부터 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단은 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하여야 한다. 1. 건축물의 내부에 설치하는 피난계단의 구조 <ul style="list-style-type: none"> - 계단실은 창문·출입구 기타 개구부를 제외한 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조의 벽으로 구획할 것 - 계단실의 실내에 접하는 부분의 마감은 불연재료로 할 것 - 계단실의 바깥쪽과 접하는 창문등 당해 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문등으로부터 2미터 이상의 거리를 두고 설치할 것 - 건축물의 내부와 접하는 계단실의 창문등은 많이 들어 있는 유리의 불박이창으로서 그 면적을 각각 1제곱미터 이하로 할 것 - 건축물의 내부에서 계단실로 통하는 출입구의 유효너비는 0.9미터 이상으로 하고, 그 출입구에는 피난의 방향으로 열 수 있는 것으로서 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 화재시 연기의 발생 또는 온도의 상승에 의하여 자동적으로 닫히는 구조로 된 감종방화문 또는 을종방화문을 설치할 것 - 계단은 내화구조로 하고 피난층 또는 지상까지 직접 연결되도록 할 것 2. 건축물의 바깥쪽에 설치하는 피난계단의 구조 <ul style="list-style-type: none"> - 계단은 그 계단으로 통하는 출입구외의 창문등으로부터 2미터 이상의 거리를 두고 설치할 것 - 건축물의 내부에서 계단으로 통하는 출입구에는 감종방화문 또는 을종방화문을 설치할 것 - 계단의 유효너비는 0.9미터 이상으로 할 것 - 계단은 내화구조로 하고 지상까지 직접 연결되도록 할 것 3. 특별피난계단의 구조 <ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 내부와 계단실은 노대를 통하여 연결하거나 외부를 향하여 열 수 있는 면적 1제곱미터 이상인 창문 또는 「건축물의 설비기준 등에 관한 계」 제 14조의 규정에 적합한 구조의 배연설비가 있는 부속실을 통하여 연결할 것 - 계단실·노대 및 부속실은 창문등을 제외하고는 내화구조의 벽으로 각각 구획할 것 - 계단실 및 부속실의 실내에 접하는 부분의 마감은 불연재료로 할 것 - 계단실에는 예비전원에 의한 조명설비를 할 것 - 계단실·노대 또는 부속실에 설치하는 건축물의 바깥쪽에 접하는 창문등은 계단실·노대 또는 부속실외의 당해 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문등으로부터 2미터 이상의 거리를 두고 설치할 것 - 계단실에는 노대 또는 부속실에 접하는 부분외에는 건축물의 내부와 접하는 창문등을 설치하지 아니할 것 - 계단실의 노대 또는 부속실에 접하는 창문등은 많이 들어 있는 유리의 불박이창으로서 그 면적을 각각 1제곱미터 이하로 할 것 아. 노대 및 부속실에는 계단실외의 건축물의 내부와 접하는 창문등을 설치하지 아니할 것 <ul style="list-style-type: none"> - 건축물의 내부에서 노대 또는 부속실로 통하는 출입구에는 제26조제1항의 규정에 의한 감종방화문을 설치하고, 노대 또는 부속실로부터 계단실로 통하는 출입구에는 제26조의 규정에 의한 감종방화문 또는 을종방화문을 설치할 것 - 계단은 내화구조로 하되, 피난층 또는 지상까지 직접 연결되도록 할 것 - 출입구의 유효너비는 0.9미터 이상으로 하고 피난의 방향으로 열 수 있을 것 |
| 제23조 (방화지구안의 지붕·방화문 및 외벽등) | <p>연소할 우려가 있는 부분에는 방화문 기타 방화설비를 하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 감종방화문 또는 을종방화문 - 소방법령이 정하는 기준에 적합하게 창문등에 설치하는 드렌처 - 당해 창문등과 연소할 우려가 있는 다른 건축물의 부분을 차단하는 내화구조나 불연재료로 된 벽·담장 기타 이와 유사한 방화설비 - 환기구멍에 설치하는 불연재료로 된 방화커버 또는 그물눈이 2밀리미터 이하인 금속망 |
| 제26조 (방화문의 구조) | <ul style="list-style-type: none"> - 감종방화문 및 을종방화문은 국토해양부장관이 정하여 고시하는 시험기준에 따라 시험한 결과 각각 비차열 1시간 이상 및 비차열 30분 이상의 성능이 확보되어야 한다. |



- 소방법 관련 규정⁹⁾

(표 5 참조)

1) 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률

2) 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) [2008. 12.15, 소방방재청고시, 제2008-46호](표 6 참조)

<표 5> 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률

| 규칙 | 소방시설종류 | 적용기준 |
|-----------------------------------|------------|---|
| 제3장 제2절 승 [별표 4] 제15조 | 소화활동 설비 | 1. 제연설비를 설치하여야 하는 특정소방대상물 - 문화집회 및 운동시설로서 무대부의 바닥면적이 200제곱미터 이상 또는 문화집회 및 운동시설 중 영화상 영관으로서 수용인원 100인 이상인 것 - 근린생활시설·위락시설, 판매시설 및 영업시설, 숙박시설로서 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 1천제곱미터 이상인 것은 당해 용도로 사용되는 모든 층 - 판매시설 및 영업시설 중 시외버스정류장·철도역사·공항시설·해운시설의 대합실 또는 휴게시설로서 지하층 또는 무창층의 바닥면적이 1천제곱미터 이상인 것 - 지하가로서 연면적 1천제곱미터 이상인 것 - 지하가 중 길이가 500미터 이상으로서 교통량, 경사도 등 터널의 특성을 고려하여 행정자치부령으로 정하는 위험등급 이상에 해당하는 터널 - 특정소방대상물에 부설된 특별피난계단 또는 비상용승강기의 승강장 |

<표 6> 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) [2008. 12.15, 소방방재청고시, 제2008-46호]

| 규칙 | 내용 |
|---------------|---|
| 제4조 (제연설비) | ① 제연설비의 설치장소 - 하나의 제연구역의 면적은 1,000 m ² 이내로 할 것 - 거실과 통로는 상호 제연구획 할 것 - 통로상의 제연구역은 보행중심선의 길이가 60 m를 초과하지 아니할 것 - 하나의 제연구역은 직경 60 m 원내에 들어갈 수 있을 것 - 하나의 제연구역은 2개 이상 층에 미치지 아니하도록 할 것. 다만, 층의 구분이 불분명한 부분은 그 부분을 다른 부분과 별도로 제연구획 하여야 한다. ② 제연구역의 구획은 보/제연경계벽 및 벽으로 하되, 다음 기준에 적합 - 재질은 내화재료, 불연재료 또는 제연경계벽으로 성능을 인정받은 것으로서 화재시 쉽게 변형·파괴되지 아니하고 연기가 누설되지 않는 기밀성 있는 재료로 할 것 - 제연경계는 제연경계의 폭이 0.6 m 이상이고, 수직거리는 2 m 이내이어야 한다. 다만, 구조상 불가피한 경우는 2 m를 초과할 수 있다. - 제연경계벽은 배연 시 기류에 따라 그 하단이 쉽게 흔들리지 아니하여야 하며, 또한 가동식의 경우에는 급속히 하강하여 인명에 위해를 주지 아니하는 구조일 것 |
| 제5조 (제연방식) | - 예상제연구역에 대하여는 화재 시 연기배출과 동시에 공기유입이 될 수 있게 하고, 배출구역이 거실일 경우에는 통로에 동시에 공기가 유입될 수 있도록 하여야 한다. - 통로와 인접하고 있는 거실의 바닥면적이 50m ² 미만으로 구획되고 그 거실에 통로가 인접하여 있는 경우에는 화재 시 그 거실에서 직접 배출하지 아니하고 인접한 통로의 배출로 대응할 수 있다. 다만, 그 거실이 다른 거실의 피난을 위한 경유거실인 경우에는 그 거실에서 직접 배출하여야 한다. - 통로의 주요 구조부가 내화구조이며 마감이 불연재료 또는 난연재료로 처리되고 가연성 내용물이 없는 경우 그 통로는 예상제연구역으로 간주하지 아니할 수 있다. 다만, 화재발생시 연기의 유입이 우려되는 통로는 그러하지 아니하다. |

9) 국가법령정보센터 (2009년 4월말 조회)

3) 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)

[2008.12.15, 소방방재청고시, 제2008-47호](표 7, 8 참조)

<표 7> 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A) [2008.12.15, 소방방재청고시, 제2008-47호]

| 규칙 | 내용 |
|-------------------|--|
| 제4조 (제연방식) | <ul style="list-style-type: none"> - 제연구역에 옥외의 신선한 공기를 공급하여 제연구역의 기압을 제연구역 이외의 옥내보다 높게 하되 일정한 기압의 차이를 유지하게 함으로써 옥내로부터 제연구역내로 연기가 침투하지 못하도록 할 것 - 피난을 위하여 제연구역의 출입문이 일시적으로 개방되는 경우 방연풍속을 유지하도록 옥외의 공기를 제연구역내로 보충 공급하도록 할 것 - 피난을 위하여 일시 개방된 출입문이 다시 닫히는 경우 제연구역의 과압을 방지할 수 있는 유효한 조치를 하여 차압을 유지할 것 |
| 제5조 (제연구역의 선정) | <ul style="list-style-type: none"> - 계단실 및 그 부속실을 동시에 제연 하는 것 - 부속실만을 단독으로 제연 하는 것 - 계단실 단독제연하는 것 - 비상용승강기 승강장 단독 제연 하는 것 |
| 제6조 (차압 등) | <ul style="list-style-type: none"> - 제4조제1호의 기준에 따라 제연구역과 옥내와의 사이에 유지하여야 하는 최소차압은 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우 12.5 Pa) 이상으로 하여야 한다. - 제연설비가 가동되었을 경우 출입문의 개방에 필요한 힘은 110N 이하로 하여야 한다. - 출입문이 일시적으로 개방되는 경우 개방되지 아니하는 제연구역과 옥내와의 차압은 제1항의 기준에 따른 차압의 70% 미만인 되어서는 아니 된다. - 계단실과 부속실을 동시에 제연 하는 경우 부속실의 기압은 계단실과 같게 하거나 계단실의 기압보다 낮게 할 경우에는 부속실과 계단실의 압력차이는 5 Pa 이하가 되도록 하여야 한다. |
| 제7조 (급기량) | <p>급기량은 다음 각 호의 양을 합한 양 이상이 되어야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제4조제1호의 기준에 따른 차압을 유지하기 위하여 제연구역에 공급하여야 할 공기량. 이 경우 제연구역에 설치된 출입문의 누설량과 같아야 한다. - 보충량 |
| 제8조 (누설량) | <ul style="list-style-type: none"> - 누설량은 제연구역의 누설량을 합한 양으로 한다. 이 경우 출입문이 2개소 이상인 경우에는 각 출입문의 누설특재면적을 합한 것으로 한다. |
| 제9조 (보충량) | <ul style="list-style-type: none"> - 보충량은 부속실(또는 승강장)의 수가 20 이하는 1개층 이상, 20을 초과하는 경우에는 2개층 이상의 보충량으로 한다. 다만, 산출된 양이 영 이하인 경우에는 영으로 본다. |

<표 8> 기계식 제연 요약¹⁰⁾

| Code | 제연구역 | 설계기준 | |
|-----------|----------------|-------|--|
| | | 차압 | 기준 |
| NFSC 501A | 부속실 제연 | 40 Pa | - 스프링클러시 12.5 Pa - 출입문개방 110 N 이하 - 계단실과 부속실 동시 제연 계단실기압-부속실기압 ≤ 5 Pa |
| | 계단실과 부속실 동시 제연 | | |
| | 계단실 제연 | | |
| | 승강장 제연 | | |

10) 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A), 행정자치부고시 제2004-30호 (04.06.04)



국의 제연관련 규정

제정된 내용중 기계제연방식 기준(표 10 참조)

- 미국^{11) 12)} : 기계제연방식 기준(표 9 참조)
- 영국(BS 5588)¹⁴⁾ : 기계제연방식 기준(표 11 참조)
- 일본¹³⁾ : 일본 건설성고시 제1833호, 제1835호로

<표 9> 미국의 기계제연방식 기준

| Code | 설비방식 | 설계기준 | |
|--------------------------------------|---------------|--|---|
| | | 차압 | 기준 |
| NFPA 92A · NFPA 101 (5-2.3) | 계단실과 부속실 동시제연 | - 전용덕트를 통해 층별 급배기 | |
| | | 계단실 25 Pa | - 계단실 가압, 부속실 급배기 - 부속실은 분당 1회 이상 환기, 배기는 급기의 150% 이상 - 계단실 입구로부터 3 m 이내에 있는 연기 감지기의 작동에 의해 가동 - 70.8 m ³ /min 풍량 · 계단실부에는 25 Pa의 풍압 이상일 때 작동하는 밀리 프 개구부 설치 |
| | 계단실 제연 | 최소차압 - 스프링클러 설치시 - 12.5 Pa - 스프링클러 미설치시 - 25 Pa | |
| BOCA 1015.0 | 계단실과 부속실 동시제연 | - 부속실은 분당 1회 이상 환기, 배기는 급기의 150% 이상 - 계단실 환기시 부속실보다 29 Pa 이상의 정압 유지 | |
| | 계단실 제연 | - 스프링클러 설치시 최소차압 44 Pa, 최대차압 102 Pa | |

<표 10> 일본 건설성고시 제1833호, 제1835호로 제정된 내용중 기계제연방식 기준

| 구분 | 특별피난계단 부속실 | 승강장부속실과 승강장 검용시 |
|--------------|---|---|
| 급기구의 개구면적 | 1 m ² 이상 | 1 m ² 이상 1.5 m ² 이하 |
| 급기풍도 단면적 | 2 m ² 이상 | 2 m ² 이상 3 m ² 이하 |
| 배연기 | 4 m ³ /sec 이상 | 4 m ³ /sec 이상 6 m ³ /sec 이하 |
| 배연풍도 | 규정 없음 | |
| 재질 | - 배연구, 배연풍도, 급기구, 급기풍도, 그 외 연기와 접하는 배연설비 부분은 불연재료로 한다. | |
| 배연구의 수동개방 장치 | - 수동으로 조작이 가능한 부분은 바닥으로부터 0.8 m ≤ h ≤ 1.5 m 위치에 설치하고, 사용법을 표시 - 배연구는 1.8 m 높이 이상에 설치 | |
| 배연구의 높이 | - 천장 높이의 상부 1/2 이상에 설치 | |
| 급기구의 높이 | - 바닥으로부터 벽의 하부(천장까지 높이의 1.2 이하)상단의 높이를 기준 | |

11) 이규락, 고층공동주택의 급기가압식 제연시스템에 관한 연구, 경기대 산업정보통신대학원, 2005

12) NFPA(National Fire Protection Association)

92A : Recommended Practice for Smoke, Control System, 2000 Edition

BOCA(Building Officials Conference of America)

13) 박형주, 대규모 건축물의 방·배연(제연) 설비기술지침서, 지인당, 2001

14) BS(British Standard) 5588 : Part 4 : 1998 Edition

<표 11> 영국의 기계제연방식 기준

| Code | 설비방식 | 설계기준 | |
|----------------|---------------|-------|------------------------|
| | | 차압 | 기준 |
| BS 5588 Part 4 | 계단실 제연 | 50 Pa | 계단실기압 - 부속실기압 ≤ 5 Pa |
| | 계단실과 부속실 동시제연 | | |
| | 부속실 · 복도 제연 | | |

- 캐나 다 (National Building Code of Canada)¹⁵⁾
 - 계단이나 승강기로 통하는 복도에 상시 개방된 개구부를 설치하여 외기로 개방하는 방식
 - 계단이나 승강기승강장으로 외부로 개방된 창을 가진 전실을 통하여 연결하는 방식
 - 계단실이나 승강로를 가압하는 방식
 - 전실 가압 방식
- 호주(AS 1668.1)¹⁶⁾
 - 피난층과 화재층, 화재 직상층(3개층) 출입문을 개방할 수 있는 구조로 하여야 한다.
 - 방연풍속 1 m/s, 출입문 개방시 요구되는 힘 110 N 이하로 하여야 한다.
 - 계단실 상부에 압력방출을 위한 그릴을 설치(과압방지)하여야 한다.
- 싱가포르(Code of practice for fire precaution Chapter 7)¹⁷⁾
 - 높이가 24 m 이상인 건축물의 내부계단실은 자연환기 또는 가압하여야 한다.
 - 가압공간의 차압은 50 Pa로 유지, 방연풍속은 1 m/s 이상이 되어야 한다.
 - 출입문 개방시 요구되는 힘 11 ON 이하로 설정한다.
 - 거실 유입공기 배출설비를 설치한다.

초고층 건축물의 제연관련 기준 개선방안

국내외 제연기준 종합비교¹⁸⁾

- 대부분의 나라에서 자연제연방식과 기계제연방식을 선택
 - 기준에 대한 세부적인 규정에서는 많은 차이
 - 국내는 배기구 면적 1.5 m² 이상으로 만들도록 정하고 있을 뿐, 급기구 개구면적이나 급기풍도의 단면적, 제연구역의 고려가 전혀 되어 있지 않음
- 기계제연방식에 대한 설계기준
 - 방호공간에 대한 규정은 선진외국과 비교할 때 큰 차이점은 없음
 - 방연풍속 기준이나 제연구역의 방화문에 대한 규정은 서로 밀접한 관계를 가지므로 이에 대한 충분한 고려가 필요한데, 이를 충분히 고려가 되어 있지 않음
 - 방화문에 쓰이는 도어클로저 등에 대한 기준은 제연설비를 고려하지 않은 일반적인 적용이 되어 있어 차압제연이 제대로 이루어지는 지에 대한 성능검토가 충분하지 않음
 - 공기의 공급량과 압력 등에만 초점을 맞춘 규정은 건물마다 다른 기밀도와 구획방식, 댐퍼의 위치 등에 대해서 포용력 있게 대처하지 못하기 때문에 이에 대한 세부 규정이 필요한 실정(국내에서는 계단실 및 부속실 동시제연

15) 안한근, 고층 공동주택의 방연 · 제연계획에 관한 연구, 경기대 석사논문, 2003

16) 김진수, 급기압 제연시스템의 설계기법에 관한 연구, 경기대 석사논문, 2001

17) 허영준, 기계제연시스템의 문제점과 개선 대책에 관한 연구, 경기대 석사논문, 2001

18) 최승혁, 초고층 건물의 제연설비 개선 연구, 중앙대학교, 2008



- 방식과 부속실 제연방식에 대해서 40 Pa 이상의 차압효과를 내도록 규정하고 이에 대한 보조적인 규정들)
- 초고층 건물의 경우 초기계획단계에서부터 연돌효과를 고려하지 않고 설계하여 시공할 경우, 설비적 대안을 통해서 보완해나가는 데에도 한계
- 미국 초고층 건물의 제연설비설계의 경우 기본적인 NFPA Standard을 바탕으로 하여 건물 각각의 특징에 맞추어 제연방식을 선정하고 성능이 발휘될 수 있도록 설계하는 매우 합리적인 성능설계방식에 따라서 초고층 건물의 안전을 고려(국내의 기준이나 법규들은 충분한 연구 결과들을 토대로 만들어진 것이 아니라 외국의 기준을 참고하여 만들어졌기 때문에 지속적인 제연기준에 대한 수정이나 보완이 이루어지지 않음)

- 현재 우리나라에서는 건물 특색에 맞는 성능 설계 방식이 아닌 제연기준에 대한 일괄적인 적용을 통한 제연설비설계가 이루어지고 있기 때문에 실제적인 제연성능의 효과를 기대하기 어려운 실정

국내외 제연기준 비교 및 개선방안

- 국내 법규상의 문제점 및 외국사례를 통한 개선방안¹⁹⁾(표 12 참조)
- 국내 초고층 건축물의 개선방향 - 관계 법령 정비 세부개선 내용²⁰⁾(표 13 참조)
- 특별피난계단 진실제연설비의 문제점과 해결방안²¹⁾(표 14 참조)
- 초고층 건물 관련규정 신설방안²²⁾(표 15 참조)

<표 12> 국내 법규상의 문제점 및 외국사례를 통한 개선방안

| 항목 | 구분 | 내용 |
|-------------|-------|---|
| 피난계단 및 연돌효과 | 국내 법규 | 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에서 건축물의 5층 이상 또는 지하 2층 이하의 층으로부터 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단은 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하도록 규정하고 있다. |
| | 문제점 | 107층 빌딩의 피난계단을 직통계단구조로 할 경우 연돌효과에 의한 연기가 중성대 아래에 위치한 층에서는 거실에서 특별피난계단 방향으로 흐르고, 중성대 상부층은 특별피난계단에서 거실방향을 흐르게 된다. 따라서 부속실의 압력을 거실이나 복도보다 +40 ~ 60 Pa의 압력을 유지하도록 규정하고 있는 소방법의 규정은 연돌효과에 의한 압력 때문에 의미가 없어지게 된다. 일례로서 107층 부분에서는 압력이 +240Pa이 걸리게 되고 1층에서는 -240 Pa이 걸리게 된다. 그래서 저층부에서는 특별피난계단으로 연기가 쉽게 침투하며 고층부에서는 피난계단의 문을 열 수 없는 상황이 발생된다. |
| | 외국 사례 | 말레이시아 페트로나스 빌딩은 계단을 중간중간 끊어서 연돌효과를 방지하였고, 미국의 시어스 타워의 경우에는 계단실 중간을 끊어서 문을 만들어 연돌효과를 방지하고 있다. |
| | 개선 방안 | 초고층 빌딩에서는 연돌효과 방지를 위하여 특별피난계단을 20 ~ 25층마다 층간 구획이 가능하도록, 그리고 특별 피난계단의 계단실 최상부에는 화재시 최상부에 채유하는 연기를 배출하기 위한 배기구를 설치하도록 건축법상의 특별피난계단구조에 대한 규정의 개선이 필요하다. (직통계단의 수직 분리와 승강로의 분할) |

<<다음페이지에 이어서>>

19) 윤아영, 초고층 빌딩의 최적 방재시설 설계방안에 관한 연구, (주)한국방재 엔지니어링, 2007
 20) 서울시 뉴스(2008.12.09)
 21) 『시너지소방』소방기술사/관리사 김경진 배상 (2006.12.13.)
 22) 윤아영, 초고층 빌딩의 최적 방재시설 설계방안에 관한 연구, (주)한국방재 엔지니어링, 2007

<표 12> 국내 법규상의 문제점 및 외국사례를 통한 개선방안

| 항목 | 구분 | 내용 |
|--------|-------|---|
| 계단폭 규정 | 국내 법규 | 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제 15조 계단의 설치기준에 의해서 문화 및 집회시설, 판매시설, 기타 이와 유사한 용도로 쓰이는 빌딩의 경우와 바로 윗층의 거실 바닥면적이 200㎡, 거실 바닥면적 합계 100 ㎡ 이상인 지하층의 경우 계단 폭을 1.2 m 이상으로 하도록 규정하고 있다. |
| | 문제점 | 현재 빌딩의 높이가 고층화되고 지하층의 활용도가 높아지면서 그에 따른 수용인원의 수도 증가하고 있다. 그러나 현 법규상의 규정은 수용인원의 수와 관계없이 용도 및 바닥의 면적에 따른 계단폭을 제시하고 있어 최상층부터 피난하여 내려오는 사람과 중간층에서 피난하려는 사람들로 인해 계단실의 혼잡이 우려된다. 또한 수용인원이 많은 판매시설의 경우 피난시 병목현상이 두드러지게 나타나게 된다. |
| | 외국 사례 | 미국의 경우 수용인원을 기준으로 하여 계단폭을 산정한다. 최소폭은 계단이 있는 층의 수용인원이 50명 미만인 경우, 난간에서 또는 난간 밑으로 높이가 114 mm 이하인 돌출부를 제외하고 장애물이 없는 최소 유효폭은 915 mm이다. 수용인원이 50명 이상일 경우의 계단 최소폭은 2000명 미만의 경우 1120 mm, 2000명 이상의 경우 1420 mm이다. |
| | 개선 방안 | 초고층 빌딩에서는 피난에 대한 계획이 중요하다. 피난계획 뿐만아니라 건축계획부터의 근본적인 조치가 필요하다. 따라서 피난계단의 폭을 수용인원에 따른 계산을 근거로 확폭하는 규정이 필요하다. (수용인원에 따른 직통계단의 규격 재정보) |
| 배연설비 | 국내 법규 | 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조 배연설비에 의하여 6층 이상의 건축물로서 문화 및 집회시설, 판매시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설 및 관광휴게시설에 쓰이는 바닥면적의 1/100 이상의 유효면적을 가진 배연구를 설치하거나 소방관계법령의 규정에 적합한 기계식 배연설비를 설치하도록 규정하고 있다. |
| | 문제점 | 초고층 빌딩에서는 바람의 영향이 매우 크다. 현 건축법상 지상 6층이상에 배연설비 설치시 배연창 사용이 가능하도록 되어 있어 빌딩의 높이가 높아질수록 외기의 영향을 크게 받게 된다. 따라서 고층부일수록 배연창이 풍압으로 인해 제 역할을 할 수 없을 뿐 아니라 대풍이나 돌풍 등으로 인하여 배연창이 달락하는 위험성도 가지고 있다. 또한 연돌효과의 문제점도 발생할 수 있으므로 기계식 배연설비를 설치해야 한다. 그러나 배연설비를 설치할 경우 충고를 높여야 하므로 초고층 빌딩의 경우 큰 걸림돌이 되고 있다. |
| | 외국 사례 | 미국의 경우 화재층에서는 배기를 하여 부압을 형성하게 하고, 화재층의 상하층에서는 급기를 하여 양압을 형성하여 연기가 침입되지 않게 하고 있는 일명 샌드위치 가압방식이다. 또한, 우리나라의 소방법에서 요구하는 풍량과 풍압보다는 매우 작은 수치를 요구하고 있어 상대적으로 이 설비로 인한 충고를 높여야하는 문제점은 안고 있지 않다. 사례로서는 아랍에미레이트의 버즈 두바이 빌딩과 말레이시아의 페트로나스 빌딩의 경우에 샌드위치 가압방식을 사용하고 있다. |
| | 개선 방안 | 초고층 빌딩의 지상층에 설치하는 배연설비는 외국의 사례와 같이 화재층 배기, 그리고 그 상하층 급기 방식을 채택하고, 또한 풍량과 풍압을 제연커튼의 높이에 따라 일률적으로 적용하기 보다는 용도별로 풍량과 풍압을 규정하여야 하며, 그 기준량을 완화할 필요가 있다. (배연창 적용 기준의 완화) |

<표 13> 국내 초고층 건축물의 개선방향 - 관계 법령 정비 세부개선 내용

| 항목 | 내용 |
|---------------------------------|---|
| “중간 대피층” 설치 의무화 (건축법 시행령 제34조) | 25 ~ 30층마다 “중간 대피층” 설치토록 함 (바닥면적 산정 시 제외) |
| | 현행 법규상 직접 지상으로 통하는 층만을 피난층으로 인정함에 따라 초고층 건축물의 경우 높이와 규모를 고려할 때 일시에 많은 인원을 피난층까지 대피시키는 데에는 피난계단의 수용능력과 피난 거리 등 현행 규정으로는 또 다른 인명 피해 초래가 우려됨 |
| “직통계단”의 설치 규정 완화 (건축법 시행령 제34조) | “초고층 건축물”의 “직통계단”은 “중간 대피층”을 경유하여 설치 할 수 있도록 함 - 직통계단이 중간 대피층을 기준으로 상호 연결리게 설치 허용 |

<<다음페이지에 이어서>>



〈표 13〉 국내 초고층 건축물의 개선방향 - 관계 법령 정비 세부개선 내용

| 항목 | 내용 |
|---|--|
| “직통계단”의 설치 규정 완화 (건축법 시행령 제34조) | 초고층 건축물에서 “직통계단”은 연돌효과와 압력차 등에 의한 급기, 배기 기능의 실효성이 떨어지는 것을 보완하고, 중간 피난층으로 연결되는 계단을 포괄적으로 직통계단으로 인정 |
| “배연설비”의 설치 규정 완화 (건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조) | 현행 6층 이상 건물로서 판매시설 등은 바닥면적의 1/1000이상 유효면적을 가진 배연창을 설치하거나 배연설비를 설치토록 되어 있으나 초고층의 경우 화재 및 연기확산 등의 문제로 배연창 개폐가 곤란하여 예외조항 신설 및 별도기준 수립 |
| “피난 전용 승강기” 설치 신설 (건축법 시행령 제64조) | “초고층 건축물”은 피난에 전용되는 승강기 설치 의무화 |
| | 최근 건설되는 초고층 건축물은 승강기를 활용한 피난대책을 수립하고 있음 |
| 초고층 건축물에 피난안전구역 설치 의무화 (안 제34조 제3항) ²³⁾ | 초고층건축물의 피난·안전을 위해 지상층으로부터 최대 30개층 마다 1개층 간격으로 피난안전구역을 설치하도록 함 (현행 별도 규정 없음) |
| | 개정이유 : 초고층건축물에 화재 등 재난 발생시 일반 건축물과는 다른 피난·안전 규정이 요구됨에 따라 초고층건축물에는 별도의 대피공간을 확보하도록 함으로써 이용자들의 생명을 안전하게 보호할 수 있을 것으로 기대 |

〈표 14〉 특별피난계단 전실제연설비의 문제점과 해결방안

| 구분 | 내용 |
|---------------|--|
| 문제점 | <ul style="list-style-type: none"> - 평상시 전실 출입문의 완전 폐쇄가 안되는 곳 다수 - 평상시 전실 출입문이 완전히 닫히는 곳이라 하더라도 제연설비 가동시 출입문이 완전히 폐쇄 되지 않음 - 제연설비 가동시 출입문을 강제 폐쇄시키기 위해서는 고장력의 도어클로저가 필요 (이 경우 평상시 노약자는 출입문을 개방하지 못함) - 제연설비 가동시 적정차압은 유지되나 방연풍속은 나오지 않음 |
| 대책 및 효과 | <p>정밀 제작된 기계식 플랩댐퍼의 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 플랩댐퍼 설치시 출입문이 폐쇄될 때 발생하는 압력은 전실내 밀폐도가 아무리 뛰어나도 활자라도 플랩댐퍼를 통하여 옥내 쪽으로 배출되므로 출입문 폐쇄시 전실내 압력이 잔존하지 않아 출입문의 완전 폐쇄가 가능해 짐 - 이는 반대쪽의 출입문을 열어놓고 출입문을 닫는 것과 동일한 효과를 가져올 수 있음 - 제연설비 가동시 발생하는 압력중 누설량 100%는 플랩댐퍼 작동없이 방화문 및 엘리베이터 틈새를 통하여 배출되며 적정 차압을 유지시키는 것이 가능하며, 과압을 발생시키는 원인으로 판단되는 보충량은 각 전실에서 균등 분배되며 플랩댐퍼를 통하여 배출되게 됨. - 일단, 옥내쪽으로 배출되는 과압은 전실보다는 밀폐도가 떨어지는 옥내의 배연창이나 각 개방된 창문 등을 통하여 외부로의 배출이 가능하므로 과압이 발생되지 않아 출입문의 완전폐쇄를 가능하게 함 - 전실내 적정차압이 유지되며 발생하는 과압은 옥내쪽으로 흡수되므로 제연설비 가동시에도 110 N을 초과하지 않아 고장력의 도어클로저가 필요하지 않으며 평상시에도 출입문의 개폐에 문제가 발생하지 않음 - 제연설비 가동시 누설량은 적정차압을 유지시키기 위하여 사용되며, 보충량은 각 전실의 플랩댐퍼를 통하여 배출되다가 한 층의 출입구 개방시 출입구 개방에 따른 방연풍속이 발생하면 단 하나의 출입구 개방일지라도 상당량의 풍량 이동이 발생하여 다른 층의 플랩댐퍼가 닫히며 개방된 출입구 쪽으로 계산된 보충량이 공급될 것으로 판단됨 - 자동차압조절댐퍼시스템과의 차이점으로는 한번 개방되어 있던 출입문을 닫히지 못하게 하며 그럼과 동시에 적정차압을 유지시키기 위하여 지속적으로 소진되었던 보충량이, 플랩댐퍼 시스템에서는 출입문 폐쇄가 용이하여 보충량의 소진이 없기 때문임 |

23) 「건축법 시행령」일부개정령안 입법예고 (2008.11.20.)

<표 15> 초고층 건물 관련규정 신설방안

| 항목 | 구분 | 내용 |
|-----------|----------|---|
| 피난 안전 구역 | 현황 및 필요성 | 국내 법규에 피난안전구역에 대한 규정은 없으나 초고층 빌딩에 대한 피난대책이 부각되면서 국내에도 피난안전 구역을 계획하고 있는 건축물들이 늘어나고 있지만 강제조항이 없어 임대공간의 저하, 실효성 있는 유지관리의 어려움 때문에 자진설치하려는 건축주들이 많지 않은 실정이다. 피난안전구역은 많은 인원들이 한꺼번에 피난계단으로 몰려들어 생기는 혼잡 문제와 보행속도가 느린 노약자, 사상자 및 장애우들로 인한 피난흐름의 지연을 방지하여 빠른 피난을 유도하는 역할을 할 수 있기 때문에 그 필요성이 절실하다. |
| | 개선 방안 | 외국의 경우 법규상 명확히 제시하여 피난안전구역을 설치하도록 하고 있는데 중국의 경우 100m를 넘는 건축물의 경우 15층마다 설치하도록 하고 있고, 대피면적과 피난안전구역에 필요한 시스템에 대한 항목이 명확히 나와 있다. 홍콩의 경우 25층을 초과하는 건축물에 대해서 20~25개 층마다 설치하도록 하고 있다. 현 국내법규에는 관련규정이 없는 바 외국의 사례를 기준으로 하여 초고층 빌딩에 대한 명확한 구분과 대상건축물에 대하여 피난안전구역의 기준의 재정이 필요하다. |
| 피난용 엘리베이터 | 현황 및 필요성 | 현재 전세계의 대부분의 나라에서 엘리베이터를 이용한 피난을 금지하고 있다. 그 이유는 화재로 발생한 연기가 승강로를 통해 엘리베이터 내부로 침투하거나 전기의 차단으로 탑승자들을 고립시킬 우려가 크기 때문이다. 그러나 최근 빌딩은 초고층화 또는 깊은 지하 공간의 개발이 증가함에 따라 피난용, 특히 이동 장애가 있는 사람들의 긴급 탈출 수단 뿐만 아니라 일반인들의 피난용으로도 주목받고 있다. 이 같은 내용은 WTC 911사고 이후 초고층 빌딩에서의 엘리베이터를 이용한 피난이 설계에 반영되고 있고 또한 지속적인 연구도 진행 중에 있다. 국내에도 100층 이상 또는 그에 준하는 초고층 빌딩 프로젝트가 진행되고 있다. 특히 이들은 지금까지 국내 초고층 빌딩 중 많은 수를 차지하고 있는 거주용도 위주의 주상복합빌딩이 아닌 오피스, 위락, 호텔, 판매 등의 용도로 불특정다수의 인원이 거주하게 되어 그 위험도가 더욱 증가된 복합건축물의 형태를 가지고 있다. 따라서 국내에서도 이러한 초고층 빌딩에서의 피난 및 비상대응의 연구와 대책 수립이 필요하다. |
| | 개선 방안 | 열, 연기, 화염 등으로부터 엘리베이터를 보호할 수 있는 적절한 방화구획 및 제연설비가 계획되어야 하며 그 밖의 수순에 의한 손상, 장비의 과열, 전력, 엘리베이터 제어 등에 관한 연구를 통해 해결해야 한다. |
| 연소확대 방지 | 현황 및 필요성 | 현행 건축법에는 수직 연소확대 방지에 대한 사항은 없으나 커튼월 구조의 빌딩들이 많이 계획되고 있는 시점에서 사충부로의 연소가 확대되는 위험성에 대하여 대처할 필요가 있다. 화재시 빌딩 외벽 창호를 통해서 화염이 상충부로 전파되게 되는데 이러한 위험을 방지하는 대책이 마련되어 있지 않다. 따라서 상충부로의 연소확대를 방지하기 위한 대책마련이 필요하다. |
| | 개선 방안 | 상충부로의 연소확대를 방지하기 위하여 아래층의 천정과 윗층의 바닥사이에 내화 또는 방화구조의 90cm이상 스펀드럴과 같은 구조가 필요하다. 스펀드럴의 설치가 곤란한 경우의 대안으로서는 커튼월의 유리가 강화유리로 되어 있지만 화재시 견디지 못할 경우를 대비하여 외장 부분을 적셔 온도를 낮춰줄 수 있는 스프링클러 헤드를 창가에 일정간격으로 배치하는 방법을 적용해야 할 필요성이 있다 |

결론

초고층 건축물의 필요성이 증가하면서 전세계적으로 초고층 건축물이 늘어나면서 한정된 공간에서 최대한의 공간효율을 가질 수 있고, 보다 나은 인간의 생활환경과 도시기능의 첨단화를 가져오는 반면, 화재 및 피난 측면에서는 많은 위험성이 새로운 문제로 등장하였다. 이러한 화재에 대비하기 위한 방재설비는 경보만으로는 불충분하며 초기 화재진압 및 연기배출, 피난을 유도해야만 하

는 설비가 요구된다. 그 중에서 초고층 건축물의 제연구역을 안전하게 보호하기 위해 제연설비에 영향을 미치는 영향요소와 제연에 관련된 기본적인 특징을 분석하였다. 이를 바탕으로 초고층 건물에서의 제연과 관련된 국내외 법규나 기준, 설비적인 분야 등을 조사하고, 국내외 연구문헌을 조사하여 이론적으로 제연관련 규정을 고찰하고 국내외 기준정리를 통해서 국내 제연설비의 문제점은 무엇인지 비교분석하고, 개선방안에 대해서 제시하였다.



국내 초고층 건축물의 제연설비 특성

국내 제연설비의 설계는 성능위주의 설계가 아닌 법규위주의 설계가 주를 이루고 있다. 법규를 위주로 설계를 하면, 실제로 그 건물이 제연성능을 가지는 것보다는 법규가 정확히 지켜지고 있는가에 대해서 초점을 맞추게 된다. 따라서 화재시에 효과적인 제연성능을 가지고 있기 힘든 제연설비가 설계된다. 초고층 건축물의 경우, 피난시간이 다른 건물들에 비해 2 ~ 3배는 길어지는 특징 때문에 올바른 제연설비가 설치되지 않는다면 화재시 많은 인명피해를 가져올 수 있다. 따라서 초고층 건물의 특성을 고려한 제연설비 성능설계의 적용이 필요하다.

국내외 제연기준 종합비교

- 대부분의 나라에서 자연제연방식과 기계제연방식을 선택
 - 기준에 대한 세부적인 규정에서는 많은 차이
 - 국내는 배기구 면적 1.5 m^2 이상으로 만들도록 정하고 있을 뿐, 급기구 개구면적이나 급기풍도의 단면적, 제연구역의 고려가 전혀 되어 있지 않음
- 기계제연방식에 대한 설계기준
 - 방호공간에 대한 규정은 선진외국과 비교할 때 큰 차이점은 없음
 - 방연풍속 기준이나 제연구역의 방화문에 대한 규정은 서로 밀접한 관계를 가지므로 이에 대한 충분한 고려가 필요한데, 이를 충분히 고려가 되어 있지 않음
 - 방화문에 쓰이는 도어클로저 등에 대한 기준은 제연설비를 고려하지 않은 일반적인 적용이 되어 있어 차압제연이 제대로 이루어지는지에 대한 성능검토가 충분하지 않음
 - 공기의 공급량과 압력 등에만 초점을 맞춘 규정은 건물마다 다른 기밀도와 구획방식, 댐퍼

의 위치 등에 대해서 포용력 있게 대처하지 못하기 때문에 이에 대한 세부 규정이 필요한 실정

(국내에서는 계단실 및 부속실 동시제연방식과 부속실 제연방식에 대해서 40 Pa 이상의 차압효과를 내도록 규정하고 이에 대한 보조적인 규정들)

- 초고층 건물의 경우 초기계획단계에서부터 연돌효과를 고려하지 않고 설계하여 시공할 경우, 설비적 대안을 통해서 보완해나가는 데에도 한계
- 미국 초고층 건물의 제연설비설계의 경우 기본적인 NFPA Standard을 바탕으로 하여 건물 각각의 특징에 맞추어 제연방식을 선정하고 성능이 발휘될 수 있도록 설계하는 매우 합리적인 성능설계 방식에 따라서 초고층 건물의 안전을 고려
(국내의 기준이나 법규들은 충분한 연구 결과들을 토대로 만들어진 것이 아니라 외국의 기준을 참고하여 만들어졌기 때문에 지속적인 제연기준에 대한 수정이나 보완이 이루어지지 않음)
- 현재 우리나라에서는 건물 특색에 맞는 성능설계 방식이 아닌 제연기준에 대한 일괄적인 적용을 통한 제연설비설계가 이루어지고 있기 때문에 실제적인 제연성능의 효과를 기대하기 어려운 실정

초고층 건축물에서의 제연관련 규정 개선방안²⁴⁾

• 피난계단 및 연돌효과

초고층 빌딩에서는 연돌효과 방지를 위하여 특별피난계단을 20 ~ 25층마다 층간 구획이 가능하도록, 그리고 특별피난계단의 계단실 최상부에는 화재시 최상부에 체류하는 연기를 배출하기 위한 배기구를 설치하도록 건축법상의 특별피난계단구조에 대한 규정의 개선이 필요하다(직통계단의 수직 분리와 승강로의 분할).

24) 최승혁, 초고층 건물의 제연설비 개선 연구, 중앙대학교, 2008

• 계단폭 규정

초고층 빌딩에서는 피난에 대한 계획이 중요하다. 피난계획 뿐만아니라 건축계획부터의 근본적인 조치가 필요하다. 따라서 피난계단의 폭을 수용인원에 따른 계산을 근거로 확폭하는 규정이 필요하다(수용인원에 따른 직통계단의 규격 재정비).

• 배연설비

초고층 빌딩의 지상층에 설치하는 배연설비는 외국의 사례와 같이 화재층 배기, 그리고 그 상하층 급기 방식을 채택하고, 또한 풍량과 풍압을 제연커튼의 높이에 따라 일률적으로 적용하기 보다는 용도별로 풍량과 풍압을 규정하여야 하며, 그 기준량을 완화할 필요가 있다(배연창 적용 기준의 완화).

• 피난안전구역

외국의 경우 법규상 명확히 제시하여 피난안전구역을 설치하도록 하고 있는데 중국의 경우 100m를 넘는 건축물의 경우 15층마다 설치하도록 하고 있고, 대피면적과 피난안전구역에 필요한 시스템에 대한 항목이 명확히 나와 있다. 홍콩의 경우 25층을 초과하는 건축물에 대해서 20 ~ 25개 층마다 설치하도록 하고 있다.

현 국내법규에는 관련규정이 없는 바 외국의 사례를 기준으로 하여 초고층 빌딩에 대한 명확한 구분과 대상건축물에 대하여 피난안전구역의 기준의 재정이 필요하다.

• 피난용 엘리베이터

열, 연기, 화염 등으로부터 엘리베이터를 보호할 수 있는 적절한 방화구획 및 제연설비가 계획되어야 하며 그 밖의 수손에 의한 손상, 장비의 과열, 전력, 엘리베이터 제어 등에 관한 연구를 통해 해결해야 한다.

• 연소확대 방지

상층부로의 연소확대를 방지하기 위하여 아래층의 천정과 윗층의 바닥사이에 내화 또는 방화구조의 90 cm 이상 스펀드럴과 같은 구조가 필요하다. 스펀드럴의 설치가 곤란한 경우의 대안

으로서는 커튼월의 유리가 강화유리로 되어 있지만 화재시 견디지 못할 경우를 대비하여 외창부분을 적서 온도를 낮춰줄 수 있는 스프링클러헤드를 창가에 일정간격으로 배치하는 방법을 적용해야 할 필요성이 있다.

관련 규정 수정 및 보완

- “중간 대피층” 설치 의무화(건축법 시행령 제34조)
 - 25 ~ 30층마다 “중간 대피층” 설치토록 함 (바닥면적 산정 시 제외)
 - 현행 법규상 직접 지상으로 통하는 층만을 피난층으로 인정함에 따라 초고층 건축물의 경우 높이와 규모를 고려할 때 일시에 많은 인원을 피난층까지 대피시키는 데에는 피난계단의 수용능력과 피난 거리 등 현행 규정으로는 또 다른 인명 피해 초래가 우려됨
- “직통계단”의 설치 규정 완화(건축법 시행령 제34조)
 - “초고층 건축물”의 “직통계단”은 “중간 대피층”을 경유하여 설치할 수 있도록 함 (직통계단이 중간 대피층을 기준으로 상호 엇갈리게 설치 허용)
 - 초고층 건축물에서 “직통계단”은 연돌효과와 압력차 등에 의한 급기, 배기 기능의 실효성이 떨어지는 것을 보완하고, 중간 피난층으로 연결되는 계단을 포괄적으로 직통계단으로 인정
- “배연설비”의 설치 규정 완화(건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조)
 - 현행 6층 이상 건물로서 판매시설 등은 바닥면적의 1/100 이상 유효면적을 가진 배연창을 설치하거나 배연설비를 설치토록 되어 있으나 초고층의 경우 화재 및 연기확산 등의 문제로 배연창 개폐가 곤란하여 예외조항 신설 및 별도기준 수립
- “피난 전용 승강기” 설치 신설(건축법 시행령 제64조)
 - “초고층 건축물”은 피난에 전용되는 승강기



설치 의무화

- 최근 건설되는 초고층 건축물은 승강기를 활용한 피난대책을 수립하고 있음

• 초고층 건축물에 피난안전구역 설치 의무화(안 제34조제3항)²⁵⁾

- 초고층건축물의 피난·안전을 위해 지상층으로부터 최대 30개층 마다 1개층 간격으로 피난안전구역을 설치하도록 함 (현행 별도 규정 없음)

- 개정이유 : 초고층건축물에 화재 등 재난 발생시 일반 건축물과는 다른 피난·안전 규정이 요구됨에 따라 초고층건축물에는 별도의 대피공간을 확보하도록 함으로써 이용자들의 생명을 안전하게 보호할 수 있을 것으로 기대

※ 한계 및 추후 계획

기존 자료의 분석을 기반으로 한 이론적인 부분으로의 접근과 성능위주의 설계가 아닌 법규 위주의 국내 제연기준을 하는데 있어 실제적인 검토를 하지 못한 한계점도 있다. 단순히 개선방안만을 제시하고 이를 입증하지 못해 아쉬움이 남는다. 자료를 모으는데 있어서는 특히, 국외 제연관련 기준은 자료 수집에 가장 어려웠으며, 최신의 내용을 비교분석하지 못했다. 차후 더 많은 자료를 수집하여 수정 및 보완해 나가겠다. 또한, 시뮬레이션을 사용하거나 실제 적용된 사례에서 나타난 효과 등을 제시하여 제연성능을 개선하기 위한 활동을 진행하여 충분한 결과를 입증할 수 있도록 보완해나가야 할 것이다.

참고문헌

1. 강석진;강부성, 전문가집단을 통해 본 초고층 건축물의 법제 개선 방향, 대한건축학회 논문집(계획계), v.23 n.11, 2007-11
2. 여용주, 초고층 건물의 성공적인 연기제어를 위한 연돌효과 대책, 한국설비기술협회 설비/공조냉동위생, 2008년 2월호
3. 이중훈;백인희, 건물특성을 고려한 종합적 연돌효과 대책방안 구축 및 적용, 한국설비기술협회 설비/공조냉동위생, 2008 2월호
4. 최승혁, 초고층 건물의 제연설비 개선 연구, 중앙대학교 대학원 석사학위논문, 2008
5. 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A), 행정자치부고시 제2004-30호(04.06.04)
6. 허영준, 기계제연시스템의 문제점과 개선 대책에 관한 연구, 경기대 석사논문, 2001
7. 건축기준법시행령 제3장 구조강도 제1절 총칙 제36조(구조방법에 관한 기술적 기준) 3항 법 제20조 제2호
8. NFPA(National Fire Protection Association) 92A:Recommended Practice for Smoke, Control System, 2000 Edition
9. 건축법 시행령「일부개정령안 입법예고 (2008.11.20.)
10. 국가법령정보센터(2009년 4월말 조회)
11. 국회법률지식정보시스템(2009년 4월말 조회) ㉠

25) 「건축법 시행령」일부개정령안 입법예고 (2008.11.20.)