

초고층 빌딩의 재해(災害)와 방지대책

A Calamity and Preventive Measure for High-Rise Buildings



글 / 申孝燮
(Shin, Hyo Seop)
건축전기설비기술사,
건축전기설비설계기준 집필위원 역임,
건축전기설비표준시방서 개정위원,
에너지관리공단 에너지사용계획
심의위원, (주)한양티이씨 부사장
E-mail: shinhs21c@korea.com

A calamity of high-rise building is a multi-branch of natural and human disasters. It is must research as the following,

- The vibration by seismic, lightning, aircraft and elevator accident of the building which is a fact regarding a height.
- The fire and energy supply discontinuance situation of the building which is a fact regarding big size.
- Security for terror prevention.

Also, the high-rise building must be considered like disaster the multi-branch which give an effect in circumference.

1. 시작의 글

초고층(超高層) 빌딩에 대하여는 구체적으로 정한 바는 없으나 고층빌딩이 11층 이상(30m 이상)이라 정의하는데 대하여, 대체로 30층 이상의 규모로서 건물높이가 100m 이상이 되는 것으로 인식하고 있는 것 같다. 그리고 초고층 빌딩이 처음에는 도심의 사무실 용도로 지어 졌으나 최근에는 대규모의 복합의 용도를 띄고 건설되는 경향이 많아지는 추세이며 상업적인 시설과 주거용도의 시설이 복합되는 주상복합(住商複合)빌딩은 그 흐름을 반영하고 있는 것으로 생각된다.

그러나 초고층 빌딩은 필연적으로 수직적인 거대화로서 도심에 존재한다는 사실이 공존하고 있게 되므로 가능한 많은 인명과 장비를 수용한다는 특징을 갖게 되는 것으로서 재해라는 면에서 국한하여 본다면 자연적인 천재(天災: 지진, 낙뢰, 바람, 홍수 등)와 인위적인 인재(人災: 화재, 항공재해, 테러 등)에 관한 여러 가지를 고찰하고 대비해야한다.

2. 초고층 빌딩과 재해

초고층 빌딩은 일반적인 빌딩에 비하여 재해에 관하여 많은 취약성을 노출하고 있다. 그 이유는 우선 높이에 따른 구조적인 안전성을 우려해야 하고 빌딩이 높아진 만큼 피난(避難)층에 도달하는 거리가 길어지고 시간이 많이 걸리므로 피난성능 등을 제고하여야 하며 규모의 대형화에 따른 인원과 필요한 장비의 폭발적인 증가는 재난 발생시 너무나 많은 손실로 다가오므로 이에 대한 여러 가지 사항을 종합적으로 연구 검토하여 재난의 원인이 대형사고로 전이되지 않도록 하여야 한다. 이에 따른 재난의 주요 원인적인 문제점과 방지대책을 생각하여 본다.

2.1 원인적 문제점

초고층 빌딩의 재해에 대한 원인적 문제점은 대부분 건축물 스스로가 피할 수 없는 구조적인 문제점에 기인한다. 또한 이러한 건축물에 관한 문제점을 설비(設備: 전기 및 통신, 기계, 소방 등)적으로 많은 부분을 해결하고 있는 것이다. 따라서 원인을 정확하게 도출해야만 된다. 이에 초고층화에 따른 문제점을 살펴보면,

첫째, 건물 높이의 획기적인 증가에 의한 것이다. 이에 따른 문제점은 천재에 관련한 대부분을 포함한다. 높이가 높으면 지진(地震)에 대한 대응력과 바람으로 인한 건축물의 흔들림에 그만큼 취약 할 수밖에 없고 또한 낙뢰(落雷)는 지상 높이에 비례적으로 증가하므로 이에 대한 인명과 장비의 손상을 고려해야 하며, 항공기에 대한 위험성 또한 예견 될 수 있을 것이다. 게다가 높이에 따른 핸디캡을 해소하는 편의성 설비인 엘리베이터와 같은 반송설비의 증가와 같이 한층 다양하고 복잡한 시스템들은 사고범위 확대와 같은 인재 부분의 우려를 증가시킨다.

둘째, 건물의 크기가 커진다는 것이다. 건축물이 커진다는 것은 연속적이고도 다양한 생활의 장이 공존한다는 뜻을 가지고 있다. 또한 필연적으로 많은 사람의 거주가 생겨나게 되며 이것은 화재에 의한 피해가 커진다는 것을 의미한다. 또한 에너지를 광범위하고도 다량으로 소비하므로 에너지의 중단은 그 자체도 재해일 뿐만이 아니라 재해 시 여타의 대책들을 무용지물로 만들 수가 있다. 거기에 침수(浸水) 상황이 있는 경우 더 많은 손실로 이어질 거라는 것을 예측 가능하게 만든다.

셋째, 건물 자체가 주변의 재해에 영향적이라는 것이다. 초고층 빌딩이 만들어지면 이것은 새로운 랜드마크가 등장하는 것을 의미하며 이 주변은 도심으로 각광을 받게 된다. 즉 과거의 주변 여건과는 사뭇 다른 환경으로 변모하게 된다는 것은 지금까지 예외 없이 일어나는 현상이다. 도심이 됨으로서 많은 사람을 모이게 한다는 것은 도시의 부정적인 환경들이자 넓은 의미의 재해인 교통량 증가, 소음증대, 주변일조시간 감소, 주변전파장에 등 뿐만이 아니라 사회 병적 재해현상인 불특정인상대의 테러리즘에까지 숙고하게 하는 것이다.

여기서 초고층 빌딩임으로 생기는 재해의 원인 중 중요한 사안을 보면 지진과 바람에 의한 건물의 진

동, 낙뢰의 위험성증가, 항공기 사고의 위험성증가, 화재의 위험성증가, 에너지 공급중단시 파급의 광범위화, 반송설비에 관한 안전성 제고, 테러리즘에 대한 보안성 문제 등에 관련한 사항으로 요약된다.

2.2 방지대책

앞에서 본 바와 같이 초고층 빌딩의 여러 문제점 중 주요한 재해적인 측면에서 국한하여 평가하고 이에 대한 대책을 구분하고 개념을 정리하여 보면 다음 <표 1>과 같이 정리된다.

<표 1> 초고층 빌딩의 주요한 재해평가

분류	주요재해측면	분류	분류
높이에 관련사항	건물의 진동(바람, 지진)	내진(耐震), 면진(免震)설계	건축구조, 건축설비 ¹⁾
	낙뢰 사고	피뢰(避雷)설비	건축설비(전기)
	항공기 사고	항공장애등설비	
규모에 관련사항	승강기 사고	자동제어·관리	건축설비 ²⁾
	화재의 위험성	소방(消防)시스템	
	침수시 에너지공급성	수방(水防)설계	
생성성 관련사항	에너지공급의 지속성	비상에너지설계	건축설비(전기)
	테러리즘	방범(防犯), 보안(保安)설비	

주: 건축설비라 함은 전기설비, 기계설비를 총칭한다.

1) 건물의 움직임에 대응

건축물의 바람(風)과 지진(地震)에 의한 진동으로부터 재해를 입지 않기 위한 내진(耐震)설계의 일반적 사상은 건축구조에 작용하는 지진력, 부재력을 크게 하여 대응하는 것으로서 여기에 경제의 논리를 대입하여 자주 발생하는 작은 지진에 대한 영향을 전혀 받지 않고, 가끔 발생하는 중간 규모의 지진에는 마감재에만 영향적이고 구조부에는 영향이 없으며, 아주 드물게 발생하는 대규모 지진에도 구조물이 붕괴하지 않도록 하는 사상이다. 즉 내진설계란 인명을 보호하는 절대적인 명제를 가지고 내진설계를 하며 이에 대한 경제적 부담을 최소화하는데 있다는 것이다.

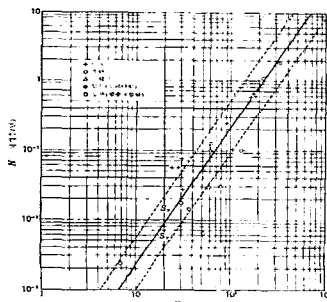
또 다른 개념으로는 구조체의 진동을 감소시키는 적극적 제어기법으로 부드럽거나 매끄럽게 하는 장치로서 지진이 일어나는 대지와 분리효과를 노리는 면진(免震: Base Isolation)구조를 높이

100m 전후에까지 도입하고 있다. 이것은 대형 구조물이 지진, 바람과 같은 동적(動的)하중에 인한 피해를 최소화하기 위하여 적용을 하고 있으며 경제성이 있다는 판단에 따라 대형설비에도 많이 채택되고 있다. 즉 면진이란 수동적으로 진동을 피하는 것으로 내진의 여유도를 증가시키는 것이다.

2) 건물로의 뇌격 문제

높이가 높아지면 <그림 1>과 같이 연간 뇌격수가 현저하게 증가한다. 낙뢰의 특성에서 선행방전이 뇌운에서 시작하는 경우와 대지에서 시작하는 경우를 볼 수 있는데 초고층 빌딩의 경우 대지에서 선행방전을 시작하는 경우는 대부분 건물의 피뢰설비로 낙뢰를 하지만 뇌운에서 선행방전을 시작하는 경우는 피뢰설비가 낙뢰를 흡인한다고 단정할 수는 없다는 것이다. 그러므로 초고층 빌딩에서의 피뢰설비는 보호각을 사용하는 경우 아무리 적게 하여도 100% 차폐가 곤란하므로 방전거리(Striking-Distance)를 기준으로 하는 KSC IEC 규격과 NFPA 기준에 의한 회전구체방법(Rolling-Sphere Design Method)을 사용하여야 한다.

하지만, 최근의 초고층 건축물은 여러 가지 복합기능과 첨단화된 시스템들을 많이 수용하고 있게 되므로 낙뢰후의 서지(Surge)문제에 관하여도 재해의 차원에서 다루어야 하며 근본적으로 낙뢰를 회피 할 수 있는 신기술의 개발이나 SPD (Surge Protection Device)의 사용을 적극적으로



(주)실측값이며 IKL=100이다.

(그림 1) 구조물 높이와 연간 뇌격일수

로 고려하여야 한다.

3) 항공기의 충돌(衝突)사고대응

거대한 도시의 주변에는 공항이 위치하게 된다. 이 공항의 관제구역 내에 초고층 빌딩(60m 이상)이므로 대부분 해당)이 있을 경우는 항공기에게 장애물의 위치를 알리는 항공장애등을 설치하여야 하며 관제구역 이외의 지역에서는 일정높이(현행 150m) 이상인 경우에 관련 기준에 따라 설치한다. 이 설비는 야간이나 악천후 시에도 건축물의 윤곽을 표시하여 항공기에 의한 재난을 방지하는 목적으로 시설되며, 고광도, 중광도, 저광도의 각종 등화와 제어반으로 구성하며 방재센터에서 관리한다.

4) 승강기(Elevator)의 사고대응

초고층 빌딩의 최대 약점인 수직동선의 장대(長大)화를 편리성을 갖도록 하는 것으로서 엘리베이터의 고속화, 대응량화, 대기시간의 최소화, 30초 이내의 목적지 도달시간을 목표하고, 합리적인 조닝 방식과 70층 이상(보통)에서 채택되는 스카이로비 방식 등의 운행시스템으로의 초고층 빌딩의 핵심이라고 부를만 하며 이러한 수 십대 이상의 엘리베이터가 빌딩 내부의 교통체계를 이루고 있는 것이다.

그렇지만 아무리 빠르고 쾌적한 시스템으로 설비되었다고 하더라도 사고로서 멈추어 버리면 사고의 처리 문제와 수직교통의 체증은 커다란 재난으로 느껴질 것이다. 더구나 화재와 같은 비상사태 중에 정지사고라면 그 심각성은 말로 다할 수가 없다. 이에 따른 대비로서 엘리베이터의 인공지능(AI)에 의한 자동제어와 자동관리시스템을 도입하여 사소한 사고라도 일어나지 않도록 하는 것이 필요하다.

5) 화재(火災) 발생에 대한 취약점

화재발생 가능성은 가연물과 점화원이 있는 지구상의 모든 공간에 상존 하는 것이다. 특히 초고층 빌딩의 경우는 그 규모가 거대하고 수직동선의 장대화 에 따른 피난로의 확보가 매우 어려우며 소방설비는

다른 시스템과는 달리 상시에 사용하지 않는 대기성 설비이므로 법령(法令) 외적인 연구가 필요하다.

일반적인 빌딩과는 달리 화재의 조기(早期)경보성, 내부인원의 대피성, 화재의 진압성 등의 전반적 문제에 매우 취약하므로 화재경보의 빠른 확실성을 확립하고 중간의 안전지대를 비롯한 피난 경로를 명쾌하게 확보해야하며 화재진압에 대한 전자동화 체계확립이 중요한 과제이다. 또한 건축 재료의 불연화 강도가 높아야 한다.

초고층 빌딩의 화재는 그 피해의 범위가 클 뿐만 아니라 주변 도심에도 지대한 영향을 주며 도심 방재기능의 핵심이라는 것을 명심해야한다.

6) 에너지 공급의 연속성 유지방법

초고층 빌딩을 살아 움직이게 하는 수많은 시스템들은 에너지를 사용한다. 또한 모든 재난에 대한 대응과 회피를 위한 모든 시스템도 결국은 에너지를 사용하여 움직인다. 다시 말하면 에너지의 단절은 초고층 빌딩의 모든 기능의 정지를 의미하는 것으로 비 문명으로 회귀하는 엄청난 재난이라고 할 것이다.

따라서 이러한 비상시 외부에서 공급하는 상용(常用)전력과 화석연료의 의존성은 한계성이 있으므로 에너지에 대한 이중(Dual)성 확보와 대체 에너지의 사용도 고려한다. 여기서 이중성이라 함은 예비적인 조달방법을 확립하는 것이 되겠지만 최근에는 건물내 열병합발전설비(Co-Generation System)를 도입하여 합리적인 에너지체계를 수립하거나 햇빛, 바람, 우물 등 자연으로부터 필요 에너지의 일부를 얻는 방법이 고려되고 있다.

또한, 모든 것이 잘 되었다고 하여도 자연재해인 홍수시에 에너지관련 설비가 침수되면 앞에서 말한 에너지공급 중단에 따른 재해가 되므로 주의하여야 한다.

7) 건축물의 상징성의 또 다른 문제점

초고층 빌딩은 필연적으로 도시의 랜드마크(Land-Mark)가 된다. 이것은 지난 100년 동안

좋은 의미로서 남아있었다. 그러나 최근에는 이러한 랜드마크의 역할이 너무나 무서운 재난인 테러리즘(Terrorism)의 표적으로도 작용하고 있다는 사실이다. 이것은 전술(前述)한 초고층 빌딩의 재난이 주변에 그리고 사회적으로 미치는 파장이 크다는 사실을 거꾸로 이용하여 자신의 목적달성을 노리는 일이지만 이에 대비해야만 한다.

이러한 보안(保安)에 관련한 사항에도 경제성의 논리가 적용되지만, 중요도가 높고 수용인원이 많은 빌딩일수록 높은 보안등급으로 되어야 한다. 즉 시각으로 감시하는 CCTV를 설치하고, 비허가된 외부인을 근본적으로 차단하는 시설을 하고, 주요 부분에 감시센서를 설치하며, 출입자를 총체적으로 관리하는 시스템 등을 어느 정도로 도입 할 것인지에 많은 검토를 하여야 하며 선정된 시스템에 대한 모의시험(Simulation)을 반드시 시행하여 보안과 편의성에 대한 오류를 최소화 해야 한다.

3. 앞으로의 과제

앞에서 간단하게 초고층 빌딩에서 공통적으로 중요한 인재(人災), 천재(天災) 그리고 구조적인 재해의 원인과 대책에 대하여 알아보았다. 하지만 높이에 관한 사항인 건물의 진동, 낙뢰, 항공기와 승강기의 사고, 규모에 관한 사항인 화재, 에너지공급 중단 그리고 테러리즘에 이르는 사항들은 지속적으로 관련 기술분야의 연구와 시행에 대한 과제인 것이다.

또한, 이들 자체에 관련된 사항들 이외도 초고층 빌딩이 주변의 환경에 미치는 재해 수준의 여러 영향도 간과해서는 안 될 것이다.

(원고 접수일 2003. 7. 15)

참고 문헌

1. 신인교육전기설비, 정용기, 신호섭 역, 1997, 도서출판의제
2. 초고층 전기·기계설비핸드북, 신호섭, 정용기의 저, 2000, 도서출판의제