

초고층 건축물의 화재안전성능 표준화 구축

손봉세(경원대학교 소방방재공학과)

Establishment of Performance Based Design Standardization of Fire Protec- tion Systems for High-Rise Buildings

Son, Bong sei

Abstract

As building heights increase, so do these challenges in Korea. High-rise buildings present a variety of challenges to fire safety and protection. The fire protection technology in our country is still on a weak situation which is mainly due to the lack of concerns by the government, companies and citizen. This paper provides general guidance regarding fire-related property protection system for high-rise building performance based design. The importance of high-rise building in of the number of occupants, the value of property, and the a catastrophic loss would have on the community all warrant an increased level of protection and life safety. Because, We have to prepare a new spacial code and standard guidance for fire protection at the stage of the high-rise building design.

Key words : high-rise building, Fire Protection Systems, safety

I. 서론

최근 건축물에 대한 관심은 연구자는 물론 일반인들도 매우 다양한 생각을 가지고 있지만 그래도 사회적으로 가장 이슈가 되고 있는 것이 초고층 건물이다. 그렇다면 이러한 현상이 국내는 물론 세계적인 추세인가 하는 의문이 생긴다. 물론 다양한 의견이 있을 수 있으나 제 생각으로는 적어도 개발 도상국가를 중심으로 상징적으로 초고층 건축물을 건설하는데 많은 관심을 가질 거라는 생각을 하게 됩니다. 과연 선진 국가의 경우는 어떠할까? 선진국가의 경우는 개발도상국가에 비하여 초고층 건축물에 대한 관심은 상대적으로 낮을 것으로 생각된다. 그러나 초고층 건물에 대한 인간의 욕망과 건축기술의 발전이 지속되는 한 이에 대한 관심은 계속될 것이다. 인간은 보다 나은 생활환경과 다양한 첨단기능을 제공해 주는 건축물을 건설하고자 하기 때문에 건축물의 변화를 억제할 수는 없다. 기존의 초고층 건축물은 도심 지가의 상승, 국가적인 상징물로서 개발되는 경향이 지배적이었으나 현재는 친환경의 첨단도시로 발전시키기 위한 방안으로 초고층 건축물의 필요성이 요구되고 있다. 이제 초고층 건축에 대한 환경변화의 추세를 재인식하고 이에 필요한 다양한 대책을 수립하는 것이 중요하다. 그 동안 초고층 건축물에 발생한 사고사례에서 알 수 있는 바와 같이 화재 안전성능을 확보하는데 있어서 기존의 기술이나 관련 기준만으로는 분명히 한계가 있다. 초고층 건물은 21세기 지식정보사회의 경제공간으로 규모와 용도, 첨단기능에 적합한 소방시설, 급수시설, 공조시설, 조명설비, 전원설비, 방범, 통신시설, 자동화설비 등 설치하는 물론 이들 설비를 통합할 수 있는 종합관리시스템을 구축하여야 한다. 특히, 여러 시설 중에서 평상시 그 중요성이 제대로 인식되지 않은 시설이 소방시설이다. 우리나라의 경우는 초고층 건

축물을 건설하는데 필요한 기술력은 상당한 수준에 있으며 또한 건축설비도 기술경쟁력을 가지고 있다고 할 수 있으나 화재안전성능을 확보하기 위한 관련 기술은 매우 낙후되어 있다. 따라서 이제는 초고층 건축에 대한 건설 환경변화를 재인식하고 이에 필요한 다양한 대책을 수립하는 것이 필요하다.

2. 초고층 건축물의 현황

초고층 건축물의 역사는 1931년 미국 뉴욕의 Empire State빌딩(102층, 381m) 완공이 시초라 할 수 있다. 미국의 뉴욕과 시카고가 초고층 건물을 상징하였으나 1990년대는 중국, 대만, 홍콩과 싱가포르 등 동남아시아 국가의 도시에서도 활발하게 건설되었다. 현재 세계 최고의 초고층 건축물은 2004년 12월에 준공된 대만의 타이페이 금융센터(101층 508m)이며, 올해 UAE에 건설 중인 Burj Dubai(160층, 830m)가 완공되면 그 자리가 바뀌게 된다. 국내는 1970년 삼일빌딩(110m)이 건설되었고, 이후 63빌딩이 건설되었으나 얼마 동안 이리타할 상징적인 초고층 건물이 없었다. 1990년대에 여러 기업들이 30~46층(대림아크로빌, 46층)에 이르는 초고층 건축물을 건축하기 시작하였고 2000년대 초에는 초고층 주상복합 건축물로 대표되는 Tower PalaceⅢ(69층, 263m)가 건축되었다. 최근에는 부산에 107층 465m높이의 제2롯데월드가 공사 중에 있으며, 서울 상암동에도 133층(640m), 잠실 제2롯데월드 112층(555m), 용산 드림타워 150층, 딱섬 현대자동차 110층, 인천송도 신도시 Incheon Tower 151층(610m)등 초고층 건축물의 건설을 계획하고 있거나 일부는 추진 중에 있다. 이와 같이 초고층 건축물 프로젝트가 순조롭게 추진된다면 우리나라는 2016년이 되면 아마도 세계에서 초고층 건축물을 가장 많이 보유한 국가가 될 것이다. 세계10대 초고층 건축물 중에서 4개 이상이 국내 건물이 차지 할 것이다. 문제는 건설 후의 발생할 수 있는 초고층 건축물에 잠재되어 있는 다양한 유형의 위험요소에 대처할 수 있는 안전성능을 확보하는 것이 더욱 중요하다.

3. 초고층 건축물의 화재위험성 분석

초고층 건물의 화재위험성은 여러 단계로 구분하여 검토할 내용이 많지만 본고에서는 크게 건설단계와 완공 후 사용단계에서 발생할 수 있는 위험성을 고려해 보기로 하겠다. 여기서 말하고자하는 건설단계는 건축물의 계획 및 설계단계에서 발생 할 수 있는 위험성을 말하는 것이 아니다. 설계단계의 문제점에 대하여 프랑스에서 10년 동안 약 만여건의 하자가 발생하여 분석한 결과 하자의 구성비 중 개념설계미비가 18%인 것으로 나타났다.

1) 국내 화재발생 현황

2008년도 화재건수는 49,631건으로 전년대비 3.7%(1,749건) 증가하였고, 인명피해는 2,719명으로 10.5%증가하였으며, 재산피해는 383,141백만원으로 54.2%(134,709백만원)증가하였다. 전

년대비 재산피해가 크게 증가한 것은 승레문 화재, 이천물류창고 등 대형화재로 인해 4.2%(1,050백만원) 증가한 것이 원인이라 할 수 있다. 이를 2008년 일일평균으로 화재건수는 136건, 인명피해는 7.4명, 재산피해 1,050백만원이 발생한 것으로 나타났다. 인구를 4천5백으로 할 경우 약 900명당 1건의 화재를 발생시키는 것으로 나타났다. 발화요인별 가장 특이한 사항으로 방화와 방화 의심 이 8.5%(4,240건)로 3위를 차지하고 있다. 또한 화재장소별 발생은 주거 24.8%로 2위를 차지하고 있다.

2) 잠재 화재위험요소

초고층 건축물을 건설하여 사용하기까지는 많은 공정을 거치는 과정에서 발생할 수 있는 여러 유형의 위험과 입주 후의 시설을 사용 또는 운영하는 과정에서 발생 할 수 있는 위험요소가 많이 있다. 또한, 예측이 불가능한 불특정다수인에 의한 위험 유발 인자 등 위험을 수반 할 수 있는 잠재위험요소는 매우 많다. 그러나 아무리 폭넓게 위험요소가 잠재되어 있다하더라도 과학적이고 최적의 안전대책을 수립하여 유지관리 하느냐에 따라 위험으로 나타나는 결과는 전혀 다르게 나타난다. 본 원고에서는 초고층 건물을 건설하는 과정에서 발생하는 화재위험과 건설 후 운영하는 과정에서 발생하는 화재위험요소에 대한 문제점과 이에 대한 안전대책을 수립하기 위해서 가장 중요한 화재안전성능 확보에 필요한 내용에 초점을 맞추고자 한다. 최근 사회적인 문제점으로 대두되고 있는 것이 공사 중의 화재로서 이에 대한 중요한 내용을 정리하면 다음과 같다.

가) 공사 중 화재위험과 대책

화재 리스크는 초고층 건물 건설에서 큰 위험중의 하나이다. 완공을 얼마 남지 않은 기간 중에 각종 마감공사는 전체 공사 기간 중 가장 많은 인력과 자제가 투입된다. 공사현장에는 마감재, 포장재, 각종 페인트와 같은 가연성 물질 등은 물론 숙소, 창고, 임시로 가설된 설비는 화재위험에 더욱 취약하다. 특히, 공사로 인한 각종 화재감지기와 스프링클러 등 각종 소방시설의 미 작동으로 화재가 발생할 경우 많은 인명피해와 재산피해가 발생할 수밖에 없는 환경조건을 가지고 있다. 최근 2004년부터 2007년 사이 서울 시내 공사현장에서 발생한 약 400여 건에 대한 화재발생 원인을 분석한 결과 가장 많은 것이 용접작업이며 다음은 부주의, 담뱃불, 전기합선, 방화 등으로 대부분은 Human Err인 것으로 나타났다. 2008년1월7일 이천냉동창고 공사중 발생한 화재로 내외국인 근로자가 40명이 사망한 대형사고가 발생하였다. 또한 지난 2월 9일 베이징에서 발생한 CCTV신사옥 별관(33층,159m)건설공사 화재사고는 건설 중에 화재위험에 얼마만큼 크게 노출되어 있는지를 보여준 사례이다. 화재발생 후 약 6시간이나 지나서 건물 내부를 거의 태우고 나서야 겨우 불길이 잡혔다. 따라서 공사 중 발생할 수 있는 화재위험 및 대응측면에 대하여 요약하면 다음과 같다.

- ① 특수 장비가 많이 사용되고 다공간 공사로 화재위험성 증대.
- ② 수직공간의 구조로 고층 공간의 화재발생시 대처불가능.

- ③ 다공간에서 동시에 많은 현장인부로 안전통합관리의 어려움.
- ④ 공사현장의 화재안전수칙의 미비와 소화용구 비치 의무기준이 없다.
- ⑤ 마감 공사에는 많은 재료투입으로 화재하중의 증가.
(포장재, 각종 페인트, 보온재 등 가연성 물질 다량 투입)
- ⑥ 자동 소화설비의 작동 불가로 화재진압이 거의 불가.
- ⑦ 상층부 공사 현장의 화재진압은 공공 소방력으로는 역부족.
- 현재 소방장비의 최대방사 높이가 약 60m임.
- ⑧ 화재사고 시 책임자의 의사 결정이 지연될 가능성이 높다.
- ⑨ 화재진압에 필요한 수원의 공급시스템 구축의 곤란.
- ⑩ 계단 및 비상용 승강기 등 수직공간화재 시 경로 확보의 곤란.
- ⑪ 공사인부의 화재안전 교육 및 인식의 부족.
- ⑫ 관리 책임자의 화재안전에 대한 인식이 미흡하고 이로 인한 사고 시 대처능력의 부족으로 화재가 확대될 가능성이 높다.

나) 초고층 건물의 화재위험

초고층 건축물의 화재특성은 높은 수직구조로 인한 피난의 난이성과 공공 소방력에 의한 소화가 거의 불가능한 요소를 가지고 있다는 것이다. 또한 많은 수용인원, 다양한 공간구성과 용도의 혼재로 높은 화재하중을 포함하고 있다. 따라서 초고층 건물의 건설업체, 관련부처 등 모두가 화재안전에 대한 공감대가 형성되지 않은 한 해결할 수 없는 문제이다. 그 동안 발생한 주요 화재사례, 방재 선진국의 관련 제도와 선행 연구자들이 제기한 내용을 중심으로 초고층 건물의 화재위험성은 다음과 같다.

- ① 연돌효과 증가에 의한 급격한 화재확산
- 건물 높이에 따라 내외부의 온도차에 의한 부력효과의 증대
- 급격한 수직 상승기류의 작용.
- ② 화재하중 및 화재강도, 패닉현상의 증가
- 호텔 등 숙박시설, 위락시설, 관람시설, 집회시설 등 다양한 복합용도의 공간 구성으로 인한 화재강도 및 화재하중의 증가
- 아트리움, 관람시설, 카지노장 등 수용인원이 많은 방호 공간의 구성으로 피난시에 패닉현상 증가.
- 다양한 용도의 혼재로 인적구성이 복잡하여 소규모 화재에도 패닉현상이 발생할 가능성이 높다.
- ③ 인위위험유발인자의 증가
- 상주인원 및 유동인원 등 불특정다수인이 많이 사용하는 공간으로 화재를 유발시킬 수 있는 인적위험요소 높고 동시 테러가 발생가능성이 일반 건물에 비하여 높다.
- ④ 공공 소방력에 의한 인명구조 및 화재진압의 곤란
- 다층형과 무층형 등의 유리구조로 화열에 의한 파손으로 공기의 유입증가

- 방호공간이 소공간, 대공간 등으로 구성과 특히, 높은 천정고와 낮은 천정고가 혼재되어 있어 연소조건이 다양하여 피난경로 확보 및 인명구조 활동의 어렵다.

⑤ 피난경로 및 안전층이나 안전구역에 대한 대책의 미흡하다.

- 피난시간이 장시간이다.

⑥ 기타 화재특성

- 고층부는 초기화재진압에 실패 할 경우 전소될 가능성이 높다

- 전용의 제연시스템을 설치하지 않고 냉난방시설과 공용으로 설치하여 제연 성능을 기대할 수 없다.

- 강한 화염, 연기 등의 제어 불능으로 자체 소방시설에 의존

- 소방시설을 설치하는데 우수제품 및 첨단시스템을 적용하지 않고 있으며 저가 제품을 사용

4. 초고층 건물의 화재안전성능 표준화 방안

1) 화재안전성능

초고층 건물은 누구나 여러 유형의 잠재화재위험요소가 일반 건축물에 비하여 폭 넓게 산재되어 있고 위험의 정도도 매우 높다는 사실을 잘 알고 있다. 그러나 이러한 다양한 위험요소에 대처하기 위한 첨단기술의 적용이나 경제적인 투자의 반영률은 다른 기술영역에 비하여 매우 소홀히 취급되고 있는 실정이다. 사회가 변화하고, 기술이 첨단화되고, 건축공간에 대한 인간의 욕구가 변화함에 따라 건축물의 패턴도 크게 변화하고 있다. 건축물이 발전함에 따라 반대적으로 또 다른 유형의 위험요소들이 수반될 수밖에 없다는 것이다. 따라서 화재안전의 문제도 이와 같은 차원에서 기존의 기술이나 법규를 포함한 화재공학기술을 적용할 때 지속적인 국가의 경쟁력을 확보할 수 있다. 화재위험의 특징은 인간이 열에너지를 사용하는 한 모든 방호공간에 존재한다는 사실이다. 이는 모든 건축물이 화재하중의 차이는 있으나 화재위험이 존재한다는 것을 의미한다. 특히, 일반 건축물에 적용하고 있는 기술이나 법규를 그대로 적용한다면 초고층 건물의 화재안전성능은 절대로 확보할 수가 없다. 정부에서도 최근 초고층 건물의 건설부흥추세에 맞추어 소방 측면에서 관련 법규를 제정 및 일부 보완한 내용을 요약하면 다음과 같다.

① 성능위주 설계 도입 근거규정 마련('05. 8)

- 근거 : 소방시설 공사법 제11조('06.1 부터 시행)

② 성능위주 설계 대상물 범위 ('07, 1)

- 연면적 20만 제곱미터 이상(아파트 제외), 높이 100미터 이상, 지하층 포함 30층 이상, 3만 제곱미터 이상의 철도 역사와 공항시설, 영화상영관이 10개 이상인 멀티플렉스

③ '09. 1. 1.부터 시행되는 성능위주설계에 필요한 『고시』가 제정 중에 있어, 우선 고시 제정, 공포 전 까지 자체운영지침 시행

본 지침은 소방시설공사업법 제11조(설계)에 의한 성능위주 설계에 적용하며 성능위주설계는 국가화재안전기준을 적용하기 부적합한 부분에 한정하여 적용하는 것으로 되어 있다. 그러나 이상의 내용만으로는 구체적인 범위, 가상화재 시나리오(화재거동 시뮬레이션), 화재하중 및 실시 공간의 수, 피난 시뮬레이션 등 고려해야할 정확한 세부 지침이 없어 전문가에 따라 성능설계를 다르게 적용할 가능성이 매우 높다. 전문가에 따라 개관적인 기준을 적용하지 않으므로 사회적 부담은 물론 일정한 수준의 화재안전성능을 확보하기 어렵게 된다.

2) 화재안전성능 표준화의 필요성

초고층건축물이 안고 있는 모든 잠재위험요소를 정확하게 파악하여 안전대책을 종합적으로 수립하는 것은 매우 어려운 문제이다. 아마도 초고층 건물의 종합 화재안전대책을 완벽하게 구축한다는 것은 거의 불가능한 일이라 할 수 있다. 따라서 초고층 건축물의 안전성능을 확보하는 문제는 첨단화재안전설비를 설치한다고 해결 되는 문제만은 아니다. 즉, 거주자의 안전의식과 비상시의 대처능력, 외부로부터의 위협전가 방지, 피난경로 및 안전 층(공간), 안전관리 등을 비롯하여 인적 요소나 자연현상까지 고려해야 하는 문제이다. 우리나라는 인맥이 연구자의 능력보다 우선하고 또한 연구자의 간판이 중요시되는 비합리적인 관념에 익숙해 있기 때문에 이러한 문제를 타파하기 위하여 화재안전성능 표준화 구축이 반드시 필요하다.

3) 화재안전성능 표준화의 기본

정확한 평가와 분석이 없이는 종합적인 화재안전대책을 수립할 수가 없다. 현재 우리나라의 초고층 건물의 화재안전대책은 매우 낮은 수준으로 그것도 관련법규에서 요구하는 최소한의 기준만을 적용하고 있다. 그럼에도 불구하고 최근 초고층 건물의 건설에 대한 정부나 건설업계의 관심은 최고조에 있으나 화재안전성능을 확보하기 위한 전문가의 활용이나 첨단기술의 적용, 투자비는 저급의 단계에서 벗어나지 못하고 있다. 이러한 현실을 극복하지 않을 경우 1971년 12월 25일에 발생한 대연각 호텔화재(166명이 사망하고 68명이 부상)와 같은 제2의 대형 화재 참사를 다시 경험하게 될 것이다. 우리나라의 경제규모와 기술수준에 맞는 안전한 초고층 건물이 건설하기 위한 대책이 화재안전성능 확보 대책이라 할 수 있으며 기본적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 공간적인 측면의 화재안전성능 평가항목 및 적용범위에 대한 표준
(수용인원에 따른 피난계단의 폭이나 수, 안전 층(또는 구역) 확보, 등)
- 2) 초고층 건물의 방호공간의 용도에 따른 화재안전 성능의 표준
- 3) 화재시뮬레이션 및 피난시뮬레이션에 대한 표준
(가상화재의 위치설정과 수, 화재하중, 피난시뮬레이션, 제연성능 등 세부사항)
- 4) 국내관련법규 및 외국 관련기준의 적용범위에 대한 표준
- 5) 수계 및 가스소화설비, 경보설비의 성능설계 기준과 적용범위의 표준
(비상전원, 수원확보, 피난기구, 무선통신, 조명설비 등 포함)

- 6) 각종 소방제품에 대한 우수제품 성능기준의 표준
- 7) 각종 설비의 통합 관리 및 통신시스템 구축에 필요한 표준
(주차장의 감시시스템, 하역장과 우편물처리장, 에너지 공급원 보호)
- 8) 가연성 액체, 폭발물 또는 기타의 위험물질 관리지침 표준
- 9) 비상시의 위험등급(종류)에 따른 거주자 대피 표준
(비상준비계획 및 대피훈련, 검사계획, 생화학무기 등 테러 고려)

이상에서 언급한 내용에 대한 표준화 구축이 안 될 경우 전문가에 따라 화재안전성능의 수준 및 범위에서 많은 차이가 발생하고 전문가의 사회적인 인지도에 따라 미흡한 결과가 통과되는 사태가 발생하게 된다.

5. 결론

초고층 건축물의 화재안전성능 표준화 구축을 하기 위해서는 여러 기술 및 행정 분야를 심도 있게 연구가 되어야 한다. 본 연구는 성능구축의 표준화에 대한 2단계 기초 연구로서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 초고층 건축물의 건설은 첨단기술뿐 아니라 여러 분야의 관계법을 유기적이고 세밀한 연구가 필요하므로 각 분야의 전문가 참여할 수 있는 전문위원회를 구성하여 운영할 필요가 있다.
- 2) 소방시설의 성능기준등급을 정하여 제 성능을 발휘할 수 있는 우수제품을 설치하도록 설계기준에서 규정하고 보험혜택을 받을 수 있도록 제도를 개선하여야 한다.
- 3) 성능위주설계가 이루어질 수 있도록 전문 소방설계업의 기준을 강화할 필요가 있다.
- 4) 건축설계심의 단계에서부터 소방전문가가 반드시 참여하여 관련 기술을 검토할 수 있도록 제도적인 마련하여야 한다.

[참 고 문 헌]

- 1) 소방방재청, 초고층 화재예방 및 진압 대책 개발연구 2006.11
- 2) 미래공간으로써의 초고층, 한국초고층건축포럼 제2차심포지움, 2002,11
- 3) 한국초고층 국제심포지움 논문집, 한국초고층건축포럼, 2002, 4
- 4) 염형민, 지하공간이용의 활성화방안I, 한국지하공간협회 제2호, 1994
- 5) CTBUH, Habitat and the High-rise, Dutch Council on Tall Buildings, 1995
- 6) Jacques Guiton, The Ideas of Le Corbusier, George Braziller Inc., 1981
- 7) NFPA 101 Life Safety Code, National Fire Protection Association, 2007.
- 8) 이용재, 우리나라 고층공동주택의 화재시 화재·피난안전성능 제고를 위한 건축적 연구, 단국대학교, 박사학위 논문, 2000.
- 9) 이강훈, 건축방재계획론, 경남대학교출판부, 1999.
- 10) 송도현, 초고층건축시공, 기문당, 2002
- 11) 건축물방재기준의 제도적 기반선진화방안에 관한 연구, 건설교통부, 2001.
- 12) 日本建築センター, 新建築防災計劃指針, 日本建築センター, 1985.
- 13) 손봉세, 초고층 건축물의 소방·방재계획수립에 관한 소고. 2003.03
- 14) 성능위주의 소방설계기술기준. 도서출판 함무라비. 2005. 5
- 15) Smoke Movement and Control in High-rise Building. 2000.
- 16) 소방활동의 경제효과 분석에 관한 연구. 경기 대학원 졸업논문. 2007

논문접수일 : 2009년 4월 13일

심사의뢰일 : 2009년 4월 25일

심사완료일 : 2009년 5월 10일