

고층건물 화재예방 대책

방재기술

고층건물화재의 원인과 특징, 그리고 화재를 제어할 수 있는 근본적인 대응책에 대해 간략하게 소개한다.

1. 개요

1996년부터 1998년까지 미국에서는 매년 약 15,500건의 고층건물화재가 발생하였다. NFIRS(the National Fire Incident Reporting System)에서 보고된 자료에 의하면, 고층건물화재로 인하여 매년 930명의 인명부상과 60명의 사망자, 약 252백만 달러의 재산피해가 발생하였다.

2001년 9월 11일의 무역센터 비행기 테러사건 이후, 미국사회와 미국의 화재분야의 의식 속에 고층건물화재와 소방진압 전술에 대한 역할이 더욱더 부각되었다.

이 보고서는 고층건물화재의 원인과 특징, 그리고 화재를 통제할 수 있는 근본적인 대응책에 대해 간략히 설명하고 있다.

참고 : 매년 약 15,500건의 고층건물 화재로 인하여 60명의 사망자와 930 명의 부상자, 그리고 2억5천2백만달러의 재산피해가 발생한다. 고층건물화재의 3/4 정도가 주거용 건물(residential structures)에서 일어 나지만, 이로 인한 재산손실은 25%정도 밖에 되지 않는다.

고층건물화재의 69%가 4층 이하층에서 발생되며, 그 중 60%가 아파트에서 발생하며, 발생원인의 43%는 부엌에서 일어난다. (NFPA 와 NFIRS 자료인용)

2. 손실액 (Loss Measures)

표1은 모든 건물화재, 주거용 건물화재, 비주거용 건물화재, 그리고 주거용 및 비주거용 고층건물화재에 의한 손실을 비교하고 있다.

고층건물에서의 화재는 일반적으로 일반건

<표1> 화재손실액 <3년평균, 1996~98년 NFIRS 자료>

손 실 액	고 층 건 물			일 반 건 물		
	전 체	주거용 건물	비주거용 건물	전 체	주거용 건물	비주거용 건물
재산 손실/ 화재 당	\$17,515	\$6,102	\$45,441	\$14,115	\$11,271	\$21,878
부상자/ 화재1,000건당	66.0	73.2	48.4	40.9	48.0	22.1
사망자/ 화재1,000건당	3.2	3.9	1.6	6.1	7.7	1.7

물화재보다 더 많은 피해와 손실을 초래한다.

고층건물화재의 대부분이 주거용 고층건물에서 발생하지만(약 3/4정도), 재산손실은 전체 피해액의 25% 정도밖에 되지 않는다. 이것은 비주거용 고층건물의 화재가 더욱 대형화되고 있음을 의미하며, 이는 주거용 고층건물의 화재보다 연소확대를 제어하지 못하기 때문이다.

주거용 고층건물화재의 95% 이상이 화재가 발생된 구역에서 화재가 제어되지만, 제조업, 생산업 및 창고용 고층건물의 화재에서는 단지 약 75%만이 화재가 발생된 구역에서 제어된다. 게다가 비주거용 건물의 자산과 관련된 특수성을 감안할 때 화재 후 이 같은 건물의 개축이나 교체 비용은 더욱 상승될 수 있다.

주거용 고층건물화재는 비주거용 고층건물 화재에 비해 규모는 작지만, 비주거용 건물화재보다도 더 위험하며, 그 원인 중에 하나는 고층건물의 높은 인구밀도 때문일 것이다.

또한 주거용 고층건물화재는 비주거용 고층건물에서의 화재보다 화재당 사상자의 수가 높다.

최근 고층건물의 설계는 화재로 발생한 유독가스와 부산물이 건물 전체로 확산되기 쉬운 구조로 화재가 발생된 지역에서 떨어진 다른 층에 거주하는 사람에게 피해를 주는 경향이 있다.

그러나 주거용 고층건물에서의 사망률은 일반 주거건물 사망률의 절반이다. 왜냐하면 고층건물의 거주밀도가 일반 단독주택에서보다 높기 때문에 더 많은 사람들이 화재 발생에 대비하고 대피활동에 협력할 수 있기 때문일 것이다.

일반 주거건물과 주거용 고층건물화재에서

의 사상자 비율의 특성에 대한 또 다른 이유는 연기경보기의 역할이다.

대부분의 건물규정은 고층건물에 배선식 연기경보기(hardwired smoke alarm)의 설치를 규정하고 있다. 이것은 화재가 발생하였을 때 화재경보기 작동에 의해 건물 내 화재경보를 알릴 수 있는 신뢰성을 증가 시켰다.

연기경보기가 일반 주거용 건물화재에서 단지 38%만 작동하는 것과 비교하여, 주거용 고층건물화재에서는 69%가 작동되었다. 그 결과 사람들은 화재시 빠른 시간 내에 피난이 가능했으며, 부상을 입을지라도 일반 주거용 건물에서의 화재시보다 사망률이 현저히 줄었다. 즉, 사망률이 감소하는 반면, 상해율은 증가했다. 이것은 인명안전 측면에서의 연기경보기의 역할이 입증되었으며, 연기경보기의 설치와 유지관리 필요성을 뒷받침하고 있다.

3. 화재 발생원인

표2는 고정자산이용(Fixed Property Use : FPU)에 의한 고층건물화재 발생원인을 비교하고 있으며, 화재 발생원인은 화재가 발생된 고층건물 용도에 따라 다소 차이가 있다.

예를 들어 사람들이 많이 모이는 공공집회용도의 고층건물에서 화재의 주원인은 담뱃불이나, 교육용 장소에서의 고층건물화재의 주원인은 방화이다.

주거용 고층건물에서는 많은 가재도구로 인하여 화재의 주원인이 취사이며, 그 다음으로 방화, 담뱃불 순으로 발생률이 높다.

고층건물화재 발생에서 발화원이 방치된 채로 있는 경우가 44%이다.

방치된 장비로 인한 화재 중 70%가 난로로 인한 것이며, 주택건물 화재에서 보여지는 형

4. 화재는 어디에서 발생하나

고층건물화재의 60%가 아파트에서, 6%가 병원, 호텔에서 4%, 기숙사와 사무실에서 각각

<표2> FPU에 의한 고층건물화재의 원인
<3년 평균, 1996~98년 NFIRS 자료, 단위 : %>

원 인	전 체	교육용	생 산 업 제 조 업 창 고 용	거 주 용	상업용	공공장소용
방화(추정)	14	*	7	14	12	22
어린이 놀이	2	1	0	2	0	0
담뱃 불	13	9	2	14	13	*
열(Heat)	3	5	4	3	6	3
조 리	*	10	2	*	10	16
전기설비(electric Distribution)	6	12	8	4	*	6
가전기기	6	5	3	5	9	5
나 화	7	11	17	6	9	6
기 타 열 (other heat)	2	1	5	2	2	1
기타 장비	6	12	*	2	14	3
자 연	2	2	12	1	2	2
폭 발	1	1	4	1	1	0

태와 대체적으로 일치한다.

표3에서 보는 것과 같이 고층건물에서의 주된 점화원은(NFIRS "Form of Heat of Ignition") 적절히 사용되는 전기기기 및 가스 연료기기와 자주 사용되는 난로이다.

(난로는 고층건물화재의 24%를 차지한다.) 또한 담뱃불 역시 화재의 주요 발화원 중의 하나이다.

3% 발생하며, 또한, 고층건물화재의 43%가 부역에서 발생하며, 9%가 침실, 6%가 창고, 5%가 복도(로비 : hallway)에서 발생한다. 최근에 보스턴과 뉴욕 등의 여러 대도시 고층건물에서 많은 화재가 복도(로비)에서 발생하였다.

복도(로비 : hallway)에서의 화재 발생은 건물을 빠져나가기 위해 거주자들이 대부분 복도를 통해 대피하는 점에서 많은 문제점이 발

<표3> 고층건물의 점화원
 <3년 평균, 1996~98년 NFIRS 자료, 단위 : %>

점 화 원	비 율
적절히 사용되는 전기기기	35%
단선 회로	8%
성 냥	8%
담 뱃 불	20%
가스연료기기	29%

생한다.

고층건물에서의 화재가 반드시 높은 층에서 발생하는 것은 아니다. 표4에서 보는 것과 같이 화재의 약 69%가 4층 또는 그 이하의 층수에서 발생한다.

9층 이하의 낮은 층에서 발생하는 화재는 그 이상의 층수에서 발생하는 화재보다 더 많은 피해가 발생하는 경향이 있다. 그러나 30층 이상의 높은 층에서의 화재는 부상자와 사망자의

비율이 일정한 비율을 유지하지 않으며 화재 발생율이 45%인 30층 이상의 화재에서는 부상자의 55%, 사망자의 60% 비율로 피해를 각각 나타낸다.

5. 연기경보기와 스프링클러의 성능

고층건물은 일반적으로 내화성능, 연기 경보기, 스프링클러설비를 설치하도록 건물규정에서 요구하고 있다. 전체적으로 연기경보기가 설

<표4> 고층건물화재에서의 발화층
 <3년 평균, 1996~98년 NFIRS 자료, 단위 : %>

수평면에서의 높이(FT)	화 재	재 산 손 실	부 상 자	사 망 자
지하층	5	19	5	3
수평면에서9	27	22	21	12
10 ~ 19	12	8	9	15
20 ~ 29	10	13	10	10
30 ~ 49	15	9	17	13
50 ~ 70	14	16	22	22
70 초과	16	12	16	25

※ 한 층을 10~12피트로 가정하면, 4층 높이는 약 30~49 피트임.

치된 고층건물화재 중 62%는 경보기가 작동되었으나(표5 참조) 대조적으로 이 같은 화재의 8%에서만 스프링클러설비가 작동되었다 이와 같은 차이는 대부분 고층건물화재가 규모가 작고 발생한 화재의 92%는 화재가 일어난 방이나 그곳의 물건만을 태우고 소화되었기 때문이다.

연기경보기의 성능은 고층건물의 유형에 의해 좌우되는 경향이 있다. 생산업/제조업/창고 건물은 다른 종류의 건물에서보다 연기경보기가 설치된 비율이 적기 때문에 이들 화재는 다른 고층건물보다 화재가 발생한 실 밖으로 화재가 확대되기 쉽다.

6. 고층건물화재 대책

고층건물화재는 거주자와 화재관련기관 모두에게 여러 가지 어려움이 있다.

1) 건물 높이의 특성상, 고층건물에서의 연기이동은 다른 건물과 많이 다르다. 온도의 급격한 변화는 건물전체의 압력을 변화시켜 연기와 화염의 이동이 급속히 빨라지고 제어할 수 없게 된다. (즉 “연돌 효과”에 의한 영향)

2) 고층건물은 주거, 상업, 레스토랑, 지하주차장을 포함한 다양한 복합용도 형태를 가지기도 한다. 소방관들은 각각의 용도에 대응할 수 있는 대응책을 세우고 용도에 적합하게 접근해야만 한다.

3) 고층건물의 출구는 제한되어 있으므로 비상시에 건물 밖으로 나가려는 사람들의 이동이 특히 어렵다.

4) 일부 고층건물에서 사용중인 공조설비(HVAC)와 그 외의 설비들은 여러개 층

<표5> 고층건물화재에서의 연기경보기 성능
<3년 평균, 1996~98년 NFIRS 자료, 단위 : %>

연기경보기	전체	교육용도	생산업/제조업/창고용도	주거용도	상업용도	공공집회용도
실내에서 작동됨	46	39	22	49	39	18
실내가 아닌 곳에서 작동됨	16	8	3	19	11	4
실내에서 작동하지 않음	6	7	3	7	7	8
실내가 아닌 곳에서 작동하지 않음	6	9	3	6	8	6
화재가 너무 작아 작동하지 않음	8	10	3	5	8	48
감지설비 미설치	19	27	67	14	27	16

을 담당하는 방식으로 운영되고 있어, 건물 내의 연기와 화염의 확산을 촉진시킬 수 있다.

- 5) 고층건물화재는 다른 형태의 화재진화에서 보다 훨씬 더 많은 인원과 소화장비를 필요로 하며, 이것은 소방서나 소방대원을 긴장시키는 원인이 된다.

7. 화재 사례

- 1) 1998년 12월, 전기난로에 의한 화재로 맨하탄 아파트에서 4명이 사망하였다. 화재는 19층에서 발생하였으며, 희생자들은 27층과 29층 사이의 계단에서 발견되었다. 거주자들이 화재가 일어난 방문을 열어놓은 채로 대피하여, 연기와 화염이 확산되었던 것이다.
- 2) 1998년 12월, 이른 아침 10층 건물의 아파트에서 일어난 담뱃불 화재로 3명의 소방관이 사망하였다. 그 화재는 거주자들이 냄비에 물을 담아 화염을 진화하려고 시도하는 약 30분 동안 소방서에 보고되지 않았다. 거주자들이 아파트를 나오면서 현관문이 약간 개방된 상태였으며 이곳으로 연기와 가스가 복도로 유입되었다. 소방수들이 아파트로 들어가려 했을 때, 플래시오버가 발생하여 3명의 소방관이 사망하였다.
- 3) 2001년 10월, 40층 고층복합아파트에서 화재가 발생하여 소방대가 출동하였으며, 그 진화과정에서 소방대장과 시민 한 명이 사망하였다. 5층에서 발생한 불은

급속히 번져나갔다. 대장과 소방대원은 5층에 갇혀 꼼짝도 못했고, 대장은 연기질식으로 사망하였다. 다른 많은 소방대원과 건물의 거주자들이 부상당했으며, 화상과 연기질식으로 입원하였다.

8. 결론

모든 화재에서처럼 고층건물에서 발생한 화재는 대부분 예방이 가능하다. 거주자들은 화재예방에 주의 및 관심을 가져야 하며, 또한 화재 발생시 적절한 대응방법에 대해서도 알아야만 한다. (예를 들어, 건물 안에 머물러 있어야 할지, 대피를 해야 하는지 또는 대피할 때 모든 문을 확실히 닫아야 하는 것 등)

注 1

- ◇ 이 보고서의 고층건물은 5층 이상의 건물로 정의한다. 이 정의는 NFIRS자료에 의한 것임.
- ◇ 국내자료데이터는 NFIRS와 NFPA의 연간 조사보고서 "Fire Loss in the United States" 자료에 기초하고 있다.
- ◇ 한 층을 10~12피트로 가정하면, 4층 높이는 약 30~49 피트임.

注 2

본 원고는 미국 U.S.F.A (U.S. Fire Administration)에서 2002년 1월에 발표한 고층건물화재에 대한 분석보고서(Highrise Fires : Volume 2, Issue 18)를 번역, 요약한 내용임. ㉞

— 번역: 연구컨설팅부 사원 이보영