

## 고층건물 화재의 통계적 분석

김미경, 박승민, 김운형\*, John R. Hall, Jr.\*\*  
(주)안국 E&C, 경민대학 소방과학과\*, NFPA\*\*

### A Statistical Analysis of High-Rise Buildings

Mi Kyung Kim, Seung Min Park, Woon Hyung Kim\*, John R. Hall, Jr.\*\*  
*Ankug E&C, Kyung Min College\*, NFPA\*\**

#### 1. 서론

최근 경제 발전에 따라 다양한 건축공간들의 구현이 보편화 되어있다. 이러한 최근 국내 건물의 건설 동향은 급속한 고층화가 진행되고 있다. 이는 도시 집중화에 따른 토지가용성의 증대, 건물용도의 복합화, 건물 상징성의 제고 등에 배경을 두고 있다.

국내 초고층 건물의 시초는 삼일빌딩(110m, 1970)이라고 할 수 있으며 이후 63빌딩, 한국종합무역센터와 같은 업무용도의 초고층 건물들이 건축되면서 현재 도시의 스카이라인 초고층 건물을 형성하고 있다.

세계적인 초고층 구조물로는 최근에 테러 참사로 붕괴된 미국 뉴욕의 World Trade Center(110층, 417.415m), 말레이시아 Petronas Tower(452m), 시카고의 Shears Tower(110층 433m), 그리고 중국의 Jin Mao Tower(88층, 421m)등이 있다. 한편, 현재 건축 중인 건물 중 대표적인 고층건물은 부산롯데(467m), 대만 금융센터(508m), 상해 세계금융센터(460m) 등이 있으며, 미국과 일본에서는 600~800m에 이르는 건물 건축을 계획하고 있는 것으로 알려져 있다.

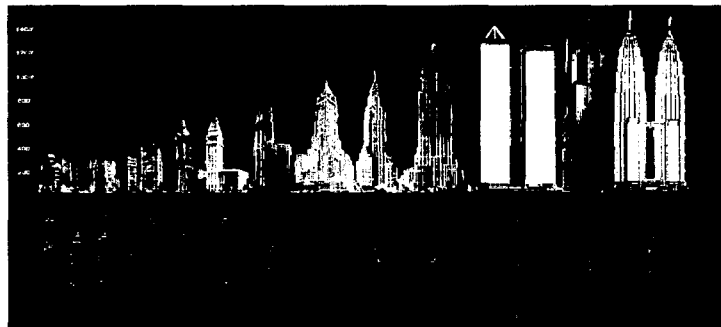


그림 1. 초고층 빌딩의 발전과정

특히 우리나라에서는 서울을 비롯한 수도권으로 인구집중화, 가족구조의 변화 및 생활 수준의 향상으로 증대되는 주택부족현상과 이용 가능한 토지의 절대량 부족을 고층 아파트의 건설로 대체하고 있다. 최근 10년간의 실적을 보면 해마다 수 십 만호의 아파트가 건설되고 있고, 년도별 약간의 차이가 있으나 전체 주택건설의 80% 이상에 이르고 있다.

초기의 공동주택은 연립주택 단계에서 시작되었으나 이후 5층, 10층, 15층을 거쳐 1990년대 초반 5개 신도시를 중심으로 30층 내외의 고층 아파트가 건설되었다. 최근에는 도시 내 주상복합건물, 오피스텔 등이 급속히 늘어나면서 60층이 넘는 초고층 아파트가 건설되고 있다. 건물의 고층화는 토지 효율성의 극대화 측면에서 경제성은 증대될 것이나 화재 안전을 위한 고층 피난의 제약과 피난시간의 증대 및 소화활동의 어려움으로 고층 건물 특유의 위험성이 수반된다.

이러한 배경에서 본 연구는 미국과 국내 아파트 화재 통계를 중심으로 고층건물과 아파트의 화재 위험성을 살펴보고 이에 따른 대안을 제시하고자 한다.

## 2. 고층 건축물의 정의

몇 층 이상부터 고층 건축물로 분류할 것 인가에 대하여는 여러 방법이 있을 수 있으나 국내 건축법을 보면 11층 이상을 고층의 개념으로 구분하며 소방법시행령에서도 11층 이상은 소방시설의 적용을 달리하고 있다. 또한 건축법시행령에서는 건물높이가 41m 이상인 건물을 고층건물로 정하여 소화활동에 필요한 비상용 승강기의 기준을 적용하고 있다.

일본의 경우에는 신 초고층 사무소 건물에서 150m를 초과하는 건물을 초고층으로 정의하고 있다. 미국의 NFPA 101 Life Safety Code에서는 건물 높이가 23m(75feet)이상인 건물로 정하고 있다. 이 높이는 소방차의 진입이 가능한 최저 높이로부터 사람이 거주하는 층의 바닥까지를 측정한 값으로 규정하고 있으며 대체로 7층 이상의 건물이 여기에 해당이 된다. 또한 고층건물을 7~12층, 13~24층, 25층~49층 및 50층 이상의 4개의 범주로 구분하고 있다.

표 2-1. 세계 초고층 건물

순위	건 물 명	층수	높이(m)	준공년도	소 재 지	구조재료
1	Petronas Tower	88	452	1998	말레이시아	콘크리트
2	Shears Tower	110	442	1974	미국 시카고	철 골
3	Jin Mao Building	88	421	1998	중국 상하이	복합재료
4	WTC	110	417	1974	미국 뉴욕	철 골
5	Citic Plaza	80	391	1996	중국 광저우	콘크리트

표 2-2. 국내 초고층 주거용 건축물

순위	건물명	층수	높이(m)	준공년도(예정)	소재지
1	타워 팰리스 III	69	261	2003	서울도곡동
2	하이페리온	69	256	2003	서울목동
3	타워 팰리스 I	66	233	2002	서울도곡동
4	타워 팰리스 II	55	195	2002	서울도곡동
5	I-Park	47		2003	삼성동
6	슈퍼빌	46	150	2002	서울
7	아크로빌	46		2002	서울도곡동
8	트럼프 월드	41	132	2002	여의도
9	우성 Character 119	34		1997	서울도곡동
10	신대방 삼성 주상 복합건물	28		1997	신대방동

표 2-3. 국내 초고층 건물

순위	건물명	층수	높이(m)	준공년도(예정)	소재지	비고
1	제 2 롯데월드	107	465	2005	부산	공사중
2	하이 페리온 I	69	256	2003	서울	
3	타워 팰리스 III	69	261	2003	서울	공사중
4	대한생명 63빌딩	60	249	1985	서울	
5	타워 팰리스 I	66	234	2002	서울	공사중

### 3. 화재 통계로 살펴본 아파트의 화재 위험성

#### 3.1 미국 고층 아파트 화재 통계

미국에는 대략 9천만 호의 주택이 있으며 이중 20%인 2천만 호가 아파트이고 아파트 중 10% 정도인 2백 만호가 고층아파트 이다.

미국에서의 1985년~1998년의 13년간 화재통계를 살펴보면 아파트의 화재 발생건수는 134,900건으로 전체 고층건물의 총 화재 건수 181,800의 74%에 이르며, 사상자수는 사망 707명, 부상 7,954명으로 보고 되었다. 이것은 전체 고층건물 화재에서 발생한 사망 784명 부상 9,988명의 약 80%를 상회하는 것이며 재산피해액은 \$500,700,000으로 전체 고층건물 화재로 입은 피해액 \$852,600,000의 약 60%에 달한다.

따라서 미국에서의 고층아파트 화재는 전체 고층건물 화재 건수와 인명 피해의 대부분을 차지하고 있으며 이것은 세계적으로 비교하기 어려울 정도의 주거용도 고층화 추세가 진행되고 있는 국내 아파트 방재대책에 대하여 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

표 3-1. 미국의 고층건물의 화재 통계 (1985~1998)

연도	화재건수	사망자수	부상자수	재산피해 (백만)
1985	17,200	66	665	\$24.9
1986	15,000	37	554	\$41.5
1987	13,000	55	635	\$36.2
1988	14,600	93	778	\$102.3
1989	14,800	110	798	\$58.1
1990	13,300	83	625	\$48.3
1991	13,100	23	747	\$150.1
1992	13,600	34	827	\$75.4
1993	12,400	43	701	\$60.8
1994	11,300	51	950	\$56.9
1995	10,000	55	688	\$44.5
1996	12,100	64	790	\$69.1
1997	11,400	33	560	\$43.4
1998	10,000	37	680	\$41.1
합계	181,800	784	9,998	\$852.6

표 3-2 미국의 고층 아파트의 화재 통계 (1985~1998)

연도	화재건수	사망자수	부상자수	재산피해 (백만)
1985	11,700	54	470	\$51.4
1986	10,300	32	383	\$21.5
1987	8,900	46	519	\$21.6
1988	10,300	83	639	\$48.1
1989	11,000	97	610	\$30.1
1990	9,400	76	460	\$22.4
1991	9,900	23	588	\$128.7
1992	10,300	31	639	\$19.5
1993	9,600	43	597	\$40.6
1994	8,900	51	826	\$36.0
1995	7,700	53	526	\$30.8
1996	9,600	56	647	\$33.5
1997	9,200	27	481	\$29.8
1998	8,100	35	569	\$22.7
합계	134,900	707	7,954	\$536.7

### 3.2 국내 아파트의 화재 통계

지난 10년간 국내 공동주택의 화재발생추이와 대연각 호텔 화재 후 발효된 “화재로 인

한 재해보상과 보험가입에 관한 법률” (법률 제2482호 1973.2.6) 시행령 제2조제1항에 의한 특수건물 (11층이상, 연면적 3,000m<sup>2</sup>이상의 공장 등)의 5년간 화재 430건을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 공동주택의 화재발생 추이

표 3-3에서 보듯이 총 화재 발생건수에 비교하여 아파트의 화재발생 및 피해의 규모가 급속도로 증가하고 있음을 알 수 있다. 지난 10년간 전체 화재발생건수의 증가는 235,6% 이나 아파트의 경우에는 341.2%에 달하고 있다. 인명피해 면에서도 지속적이고 급격한 증가 추세를 보이고 있다. 특히 전체 사망자 중 약 55%가 주택 및 아파트 화재에서 발생하고 있어 인명보호의 방화 대책이 절실한 상황이다. 따라서 아파트 주거형태의 증가에 따른 초기소화설비와 피난안전성능의 확보대책이 시급한 과제로 판단된다.

표 3-3. 공동주택의 화재발생 추이 (1988~1997)

연도	총화재건수	공 동 주 택		
		화재건수	부상자/사망자	재산피해(단위:천원)
88	12,507	364	41/13	168,917
89	12,704	377	36/11	175,238
90	14,249	428	74/11	314,314
91	16,478	494	57/23	425,379
92	17,458	555	66/31	625,537
93	18,747	730	144/58	1,587,883
94	22,043	839	83/26	1,150,193
95	26,071	979	94/24	1,521,577
96	28,665	1,132	110/25	1,492,740
97	29,472	1,242	114/36	2,280,797
증가율(%)	235.6	341.2	277.8	1350.2

2) 공동주택의 화재발생빈도

2001년도의 특수건물 대상건수에 대한 화재발생빈도를 살펴보면 특수건물 1000건당 학교의 화재가 78.13건으로 가장 높으며 공동주택이 50.65건으로 뒤를 이어 높은 화재빈도를 나타내었다. 최근 5년간의 평균화재 발생빈도에서도 1000건당 49.26건으로 전체 평균빈도 28.04를 약 75% 상회하였다.

3) 공동주택 화재의 인명피해

공동주택 화재의 100건당 인명피해는 전체화재 100건당의 평균인명피해 3.9명과 거의 같은 3.2명으로 공동주택의 화재가 일반화재에 비해 위험성이 낮을 것이라는 통념과는 아주 상이함을 알 수 있다.

표 3-4. 특수건물의 용도별 화재 발생빈도 ( $\times 10^3/\text{년}$ ) (1997~2001)

연도 용도	1997년	1998년	1999년	2000년	2001년	평균빈도
국 유	8.69	6.85	12.67	9.50	8.24	9.19
학 원	0.00	20.41	20.41	0.00	21.74	12.10
병 원	30.48	17.43	18.99	21.74	19.08	21.51
11층이상	16.88	26.19	28.02	28.25	37.74	27.84
호 텔	40.18	26.73	26.20	34.71	21.23	29.73
공 연	21.98	11.36	0.00	0.00	21.98	11.16
방 송	0.00	0.00	0.00	46.88	15.63	12.62
유 흥	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.13
학 교	39.60	51.28	71.79	53.19	78.13	58.64
공 장	27.46	23.21	25.00	21.94	25.15	24.56
시 장	35.92	34.59	31.54	47.09	49.75	39.81
공동주택	31.47	53.28	55.50	51.76	50.65	49.26
평균빈도	26.55	26.36	28.76	28.00	30.27	28.04

표 3-5. 용도별 인명피해 현황 (2001년)

구분 용도	화재 건수 (A)	인명 피해가 발생한 화재 건수	인명피해					화재 100건 당 인명피해 (B/A) $\times 100$
			사망	중상	경상	계(B)	구성 (%)	
국유	12	2			2	2	10.5	16.7
학원	1					0	0.0	0.0
병원	10					0	0.0	0.0
11층	46	1			1	1	5.3	2.2
호텔	10	1	1			1	5.3	10
공연	2					0	0.0	0.0
방송	1					0	0.0	0.0
유흥	0					0	0.0	0.0
학교	15	1			2	2	10.5	13.3
공장	213	4			5	5	26.3	2.3
시장	50	1	3		1	4	21.0	8
공택	124	4	1	1	2	4	21.0	3.2
계	484	14	5	1	13	19	99.9	3.9

#### 4. 관련 규정 및 Code 검토

##### 4.1 국내 관련 법규

공동주택을 비롯한 아파트의 화재위험성은 화재발생빈도, 화재건당 인명피해 및 화재발생추이를 살펴볼 때 어느 소방대상물 보다 높음에도 불구하고 국내에서는 그 위험성에

대한 인식의 부족과 규제완화라는 명목으로 방재관리가 법규상 완화되어 집행되고 있으며 구체적인 사례는 다음과 같다.

- 1) 소방감리대상 범위 : 10층 이하의 아파트는 감리대상에서 제외하고 있다.
- 2) 소방시설의 설계 및 감리 대상 : 연면적이 10,000m<sup>2</sup> 이상인 일반건축물은 소방기술사가 주체가 되는 1급 소방시설설계·감리업체가 소방시설의 설계·감리를 수행하도록 규정하고 있음에도 아파트의 경우에는 2급 소방시설설계·감리업체가 수행하도록 하고 있으며 연면적 30,000m<sup>2</sup> 이상의 경우에도 상주감리가 아닌 일반감리로 수행하고 있다.
- 3) 소방시설의 적용 : 15층 미만의 층에는 스프링클러설비의 설치가 면제되며 거의 모든 아파트의 각 세대 발코니(베란다)가 준공 후 창호가 설치되어 공간이 밀폐되므로 스프링클러설비의 설치 등이 추가로 필요하다.

## 4.2 미국의 NFPA 규정

미국의 NFPA 인명안전코드(NFPA101)에서는 아파트에 대한 완화된 법규가 집행되고 있는 국내의 현실과는 다르게 보다 엄격한 규정을 요구하며 그 내용은 다음과 같다.

### 1) 피난 안전규정

- 자동스프링클러설비로 보호되는 건물에서 피난통로 구획실은 내화성능이 1시간 이상, 문의 방화성능도 1시간 이상이어야 한다.
- 사용 중인 건물의 피난로의 문은 잠가 두어서는 안 된다.
- 수평 미닫이문은 교차복도에 사용할 수 없다.
- 피난층의 피난통로는 피난층의 수용인원에 피난층으로 나가는 계단과 경사로의 필요한 피난능력을 합한 충분한 크기로 한다.
- 최대복도 폭은 44 in(112cm) 이상으로 규정된 수용인원을 수용하기에 충분하여야 하며, 50명이하의 수용인원을 갖는 복도는 폭이 36in(91cm)이상 이어야 한다.
- 공용 이동통로는 35ft(10.7m)를 초과할 수 없다.  
단, 주거단위 내에서의 이동은 보행거리 계산에 포함시키지 않으며, 자동스프링클러설비로 보호되는 건물에서 공용 이동통로는 50ft(15m) 이내 이어야 한다.
- 막다른 복도는 35ft(10.7m)이하이어야 하며, 자동식스프링클러설비로 보호하는 건물에서 막다른 복도는 50ft(15m)이하이어야 한다.
- 주거단위(아파트)내에서 복도 문까지의 보행거리는 75ft(23m)이하이어야 한다.
- 주거단위(아파트)출입문에서 가장 가까운 피난통로까지의 보행거리는 100 ft(30m)이하 이어야 한다. 단, 자동스프링클러설비로 보호되는 건물에서 보행거리는 200ft(60m)이하 이어야 한다.
- 주거단위 이외의 장소로부터 피난통로까지의 보행거리는 200ft(60m)이하 이어야 한다.
- 세대가 12세대를 초과하거나 3층을 초과하는 모든 건물에는 비상조명등을 설치해야 한다.

2) 방호구획

- 모든 계단, 승강기 샤프트 그 외 수직개구부는 구획되거나 방호되어야 한다.
- 저장, 난방장비, 주거용도 이외의 목적으로만 사용되는 비상구 옥외통로가 있는 층의 아래층에는 주거용으로 사용되는 층으로 통하는 방호되지 않는 개구부가 있어서는 안 된다.
- 모든 위험장소는 NFPA 101.6-4에 따라 방호되어야 한다.

3) 감지, 경보 및 통신설비

○ 일반사항

- 4층 이상이고 12개 세대 이상인 아파트에는 화재경보설비를 설치한다.
- 화재경보설비는 적합한 수동 장치를 갖추어야 한다.
- 자동스프링클러설비로 방호되는 건물에서 화재경보설비는 자동스프링클러설비의 작동과 연동되어야한다.

○ 감지 및 통보

- 침실에 바로 인접한 모든 취침장소의 바깥 부분과 지하층을 포함하여 세대의 모든 층에는 단신호식 연기감지기를 설치하여야 한다.
- 모든 침실에는 단신호식 연기감지기를 설치하여야한다.
- 거주자에 대한 통보는 자동으로 이루어져야 한다.
- 청각장애자를 위한 시각 신호 장치를 세대 내에 설치해야한다.

4) 소화설비

- 모든 건물은 승인된 자동스프링클러설비로 방호하여야 한다.
- 속동형 또는 주거용 스프링클러헤드를 모든 주거단위에 사용해야한다

5) 거주자에 대한 교육

- 아파트 거주자에 대하여 화재 및 경보신호 시 행동요령, 경보기의 위치, 피난통로 등에 관한 긴급사태 대응을 위한 교육을 각 가구별로 연1회씩 실시한다.

## 5. 맺음말

국내의 공동주택은 90년대 초부터 해마다 약 50만호 이상(1998년과 1999년도 IMF 관리체제로 인한 경기침체로 인하여 주택 건설이 급격히 위축되어 20~30만호 가구만이 건립됨)이 건설되고 있다. 아파트의 화재는 지속시간이나 화재 크기(가혹도)를 결정하는 화재 하중이 매우 높음에도 불구하고 막연히 위험하지 않다는 생각이 팽배하여 화재 위험성을 공학적으로 정확하게 인지 못하고 있는 상황에서 매년 화재발생빈도, 사망 및 부상 등 인명피해가 크게 발생되고 있다.

따라서 소방법상의 제도적인 완화규정들이 그간의 아파트공간의 변화 즉 고층화, 다용도화(주상복합, 주거복합공간의 등장)된 지금의 아파트의 방재 대책에 적합한 것인가에 대한 공학적인 검토가 먼저 이루어져야 할 것이다.



화재통계 및 화재사례를 통하여 살펴본 고층 아파트의 화재안전을 위한 구체적 방화대책은 다음과 같다.

화재 예방을 위하여 에너지원의 대체, 각 세대의 거실과 침실의 내장 재료 제한, 초기소화를 위한 전 층에 스프링클러 설비, 피난용 발코니 설치가 필요하다. 초고층 아파트의 경우는 피난인원을 고려할 때 하나의 코아 내에 2개소 이상의 특별피난계단도 검토되어야 하며 특히 피난로 안전 확보를 위하여 제연설비의 철저한 시공이 확인되어야 한다.

상부 층으로의 연소 확대를 고려하여 입주 후 창호로 밀폐된 발코니에도 스프링클러설비를 설치해야 하며 피난계단 등의 수직관통 부의 방화구획과 평상시 화재예방과 화재시의 방화관리를 위한 방재실의 설치가 필요하다.

아파트 주민에 대한 교육과 홍보를 통하여 발화 가능성을 인지시키고, 화기 취급 시 특히 주방에서의 가스관리 및 화재 감지기의 동작 시 피난요령의 습득, 소화기 사용법, 유사시 대처요령을 숙지시켜야 한다.

아울러 스프링클러설비의 설치비용 문제를 해결하고 고층 아파트 공간 특성을 고려한 소화특성을 반영할 수 있는 주택용 스프링클러설비의 개발과 설치기준의 정립이 필요하다.

## 참고문헌

1. 이강주, 정성문, 여영호, "초고층 사무소 建築計劃을 위한 建物評價모델 設定", 대한건축학회논문집, 計劃系, 18권4호(통권162호), (2002).
2. 신성우, "초고층 주거시설에의 고강도-고성능 콘크리트의 적용", 대한건축학회지 건축 제45권 제10호(통권 제269호), (2001).
3. 박창규, "초고층 건축과 국내법규의 현황", The 3rd Symposium of KSTBF
4. 이용재, "고층 공동주택의 피난성능에 관한 기초적 연구", 한국화재소방학회지, 2001.2, P75-83.
5. 최인석, 박윤성, "초고층 아파트의 화재안전계획에 관한 연구", 한국화재학회지 5권 1호, 1991.1. P15-22.
6. 이승재, 권오승, 김현익, 윤명오, "고층공동주택의 스프링클러 및 기타 안전설비 설계 계산에 관한 연구", 한국화재학회지 5권 3호, 1991. 11. P32-33.
7. 건설교통부, 건설통계편람, 2000, P258.
8. 한국화재보험협회, 방재기술자료집, 1992. 1, P19.
9. 행정자치부, '97화재 통계연보, 1998.
10. 한국화재보험협회, 특수건물화재조사분석, 2000. 7.
11. NFPA 101, Life Safety Code, NFPA, 2000, P209-212.
12. NFPA, High Rise Building Fires, NFPA, 2001.