

초고층 아파트의 화재안전계획에 관한 연구

A Study on the Fire Safety Design of High-Rise Apartment Housing in Korea

최 인 석*
Choi, In Sok
박 윤 성**
Park, Yoon Sung

.....

Abstract

After the appearance of apartments in Korea, Apartment Housing has been generally accepted for its high capacity of population and convenience in the management. Nowadays, apartments have become higher, larger and more complex than ever before, showing abrupt changes in structure, form and mechanical systems. Likewise, the hazards of fire and the scale of fire losses have become a serious problem. Therefore, considerations of fire safety have taken a greater portion in the design of Apartment Housing. This study is focused particularly on spatial planning rather than on mechanical systems for fire safety.

.....

I. 서론

건축물의 고층화에는 안전성, 쾌적성, 경제성 등의 억제요소가 수반되며 이 중에서 건축물의 필수적인 기능인 안전성은 자연적인 외부의 영향으로부터 건물내의 인간을 안전하게 보호함을 의미한다. 그러나 어떤 위험은 건축물 자체에 내재하고 있으며 그 중에서 가장 특징적인 것이 화재위험이라고 할 수 있다.¹⁾

특히 고층아파트는 단독주택에 없는 편리성, 기능성, 경제성 등이 있는 반면, 고층고밀도의 집합체이기 때문에 연소확대할 위험성이 있다.²⁾

이 연구의 목적은 초고층아파트의 설계계획시 화재안전에 필요한 기본적인 참고사항에 대해

고찰하고, 이를 근거로 하여 화재에 안전한 건축공간의 계획수법을 탐구하는 데 있으며, 궁극적으로는 화재시 건축물내의 인간 및 재산의 보호와 그 피해를 줄이며, 화재에 대한 불안을 최대한 줄인 주거공간을 확보하는 데 있다.

건축물의 화재안전에는 인명의 안전과 재산의 보호라는 2가지 측면이 있으나 이 연구는 화재시 재실자의 인명안전 확보를 위한 화염 및 연기로 부터 피난로를 안전하게 보호할 수 있는 건축공간 계획에 중점을 두고 진행하였다.

II. 아파트 화재의 경향

1. 화재통계의 중요성

우리나라는 1988년 현재 약 12,000건의 화재가 발생 하였으며, 그 중 주택 및 아파트의 화재는

* 고려대학교 대학원
** 고려대학교 교수

전체 화재 건수의 30% 이상에 달하는 3,769건이 발생하였다. 이것은 어느 관점에서 보면 큰 희생을 지拂하는 화재실험을 행하고 있는 것과 같다고 볼 수 있다. 이로 인해 귀중한 인명의 피해와 막대한 재산이 손실되고 있다. 이러한 화재사례를 이용하여 통계확률적으로 분석하므로써 유용한 법칙성을 발견할 수 있으며 이것을 화재안전대책에 이용할 수 있다.

2. 우리나라 고층아파트의 화재사례 분석

주택 및 아파트 화재 발생원인은 전기가 35.0%, 불장난 11.2%, 방화 9.1%, 아궁이 6.2%의 순위이고, 전년에 비해서 증가율이 가장 많은 순위는 불티가 95.7%로 가장 많았고, 아궁이 4.5%, 가스 22.6% 순위로 나타났다.

<표 II-1> 주택 및 아파트 화재 발생원인

區分年度	計	전기	유류	가스	화장약품	난로	아궁이	담배	상냥양초	불티	불장난	防火	其他
'88	3,769	1,289	161	250	1	88	216	226	126	95	450	329	539
'87	3,133	1,080	153	196	△1	75	152	183	116	52	445	302	378
増減	636	209	8	54		13	64	43	10	43	5	27	161
(%)	(20.3)	(19.4)	(5.2)	(27.6)		(17.3)	(42.1)	(23.3)	(8.6)	(82.7)	(1.1)	(8.9)	(42.6)

1976년도 대비 1988년도 주택 화재 발생건수의 증가율은 12%인데 비해서 아파트 화재 건수의 증가율은 428%에 이른다. 그리고 인명피해면에서 볼 때 주택 화재시의 인명피해 증가율은 110%인

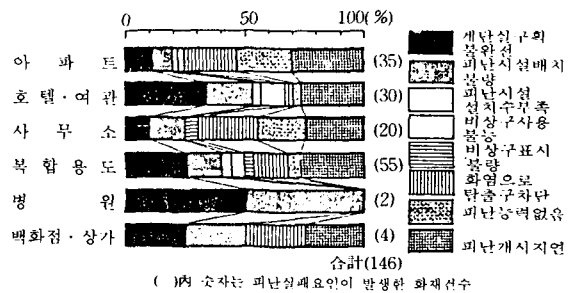
<표 II-2> 연도별 주택 및 아파트 화재 발생건수

구분		연도						
		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
건수	주택	1,544	1,562	1,694	1,645	1,636	1,820	2,066
	아파트	274	301	318	262	273	307	315
인명피해	(명)	300,652	382,884	603,426	712,748	751,880	1,027,627	1,331,177
	(천원)	69	94	115	143	138	159	213
재산피해	아파트	8	17	34	21	22	27	27
	(천원)	6,230	12,810	18,695	77,531	58,300	95,292	61,665
구분		연도						
		1983	1984	1985	1986	1987	1988	
건수	주택	2,314	2,486	2,374	2,540	2,818	3,405	
	아파트	397	367	348	428	481	576	
인명피해	(명)	1,335,821	1,733,426	1,577,670	1,539,410	2,059,547	2,805,288	
	(천원)	313	317	289	298	315	364	
재산피해	아파트	96	59	35	58	54	54	
	(천원)	186,917	104,085	68,954	149,885	161,326	168,917	

반면 아파트 화재시의 인명피해 증가율은 575%에 달하고 있으며 재산피해액의 증가율도 주택 화재의 경우 833%인 반면 아파트 화재의 경우 2,611%에 이르고 있다.

이는 아파트의 급속한 보급에 기인한 것이라 사료되며 앞으로는 아파트, 특히 고층 및 초고층 아파트의 보급이 더욱 확대될 것으로 예상되며 이에 따른 화재안전계획의 필요성이 더욱 요구된다.

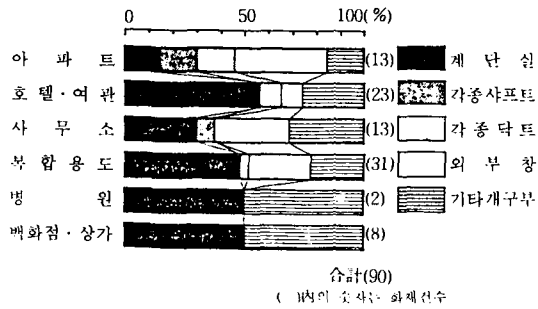
건축용도별 피난실패요인에 대해 살펴보면 아파트에서는 <피난개시지연>을 포함하는 화재사례가 가장 많으며 그 다음으로는 <피난능력없음>, <화염으로 탈출구 차단>, <계단실구획의 불완전> 등을 포함하는 화재사례의 순으로 나타났다. 이것은 아파트에는 노인, 병자, 유아 등 피난능력이 없는 사람이 다른 용도의 건물보다 많이 거주하고 있는데 기인한다고 볼 수 있다. 또한 화염에 의해 피난구가 봉쇄되어 화재발생장소에 갇혀 사망하게 된 사례도 적지 않은 것은 두 방향 피난에 문제점이 있다고 분석되며 이것은 발코니가 피난 가능한 구조로 되어 있지 않음을 시사하고 있다고 볼 수 있다.⁴⁾



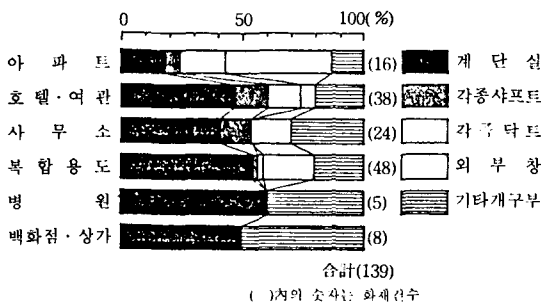
(그림 II-1) 건물 용도별 피난 실패요인

건물용도별 화재의 수직확산요인은 아파트의 경우 주로 외부창을 통하여 수직확산되고 있는 것은 아파트의 경우 단위세대마다 구획이 되어 있기 때문인 것으로 분석된다.

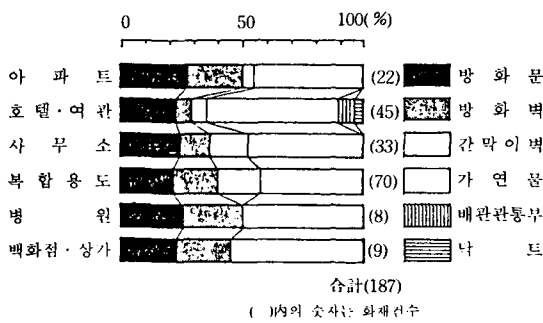
건물용도별 화염의 수평확산요인은 아파트의 경우 다위세대마다 구획이 되어 있지만 방화벽을 통한 화재의 확산비율이 큰 것은 방화벽의 내화성능이 미달되거나 가스의 폭발시의 균열에 의한 화재의 연소확대 때문으로 사료된다.



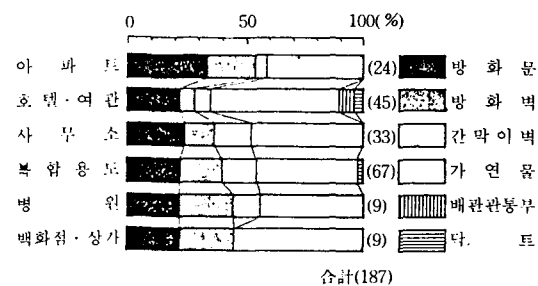
(그림 II-2) 건물 용도별 화염의 수직확산요인



(그림 II-3) 건물 용도별 연기의 수직확산요인



(그림 II-4) 건물 용도별 화염의 수직확산요인



(그림 II-5) 건물 용도별 연기의 수직확산요인

III. 화재안전 및 피난행동의 특성

1. 화재시 연기의 이동성상

건물내의 구획된 장소에서 화재가 발생하는 경우, 여기에서 발생하는 연기는 창문등이 개방되어 있거나 창의 유리가 파손되면 즉시 외부로 유출하게 되는데, 이때 일반적으로 화재가 발생한 장소의 출입구(창문등)에서 복도 또는 계단, duct, shaft등을 통해 윗층으로 또는 다른층의 각 부분으로 유동, 확산한다.

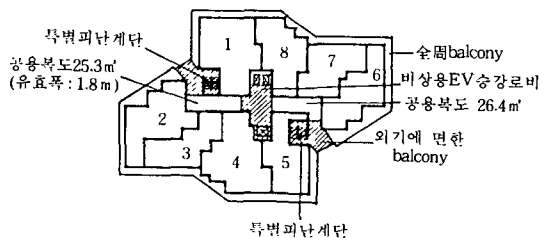
이때의 발생연기량, 유동경로, 유속 및 연기농도 등은 화재가 발생한 실에서의 연소발연성상 및 유동경로의 형상, 유동길이, 연기유동장소의 개방상태, 건물내외의 온도차와 외기의 풍향, 풍속 등의 여러 조건에 따라서 좌우된다.

연기전파 시뮬레이션⁴⁾

이 시뮬레이션의 대상 아파트는 일본의 Sun City G동으로 건물개요는 다음과 같다.

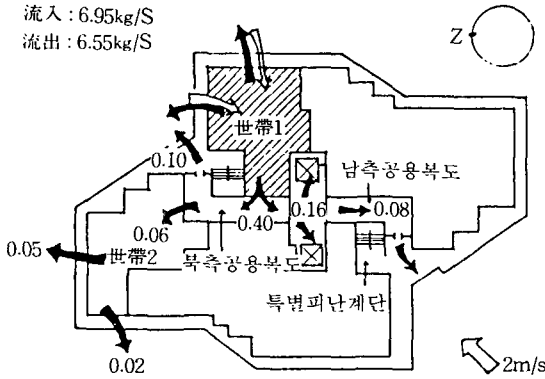
- 건축면적 : 896.32㎡
- 연 면 적 : 20,740.36㎡
- 기준층바닥면적 : 825.89㎡
- 층 수 : 지상 25층, 옥탑 2층
- 건물높이 : 71.37m(옥탑 최대높이 : 77.65m)
- 구 조 : 철근콘크리트조
- 세 대 수 : 192세대

이 예의 경우, 화재세대의 연기의 반 이상은 직접 외기로 유출하기 때문에 elevator shaft를 통한 연기의 전파량은 상당히 적다. 그러므로 화재층을 빼면 연기 때문에 피난에 장애를 주는 것은 아니라고 할 수 있다. 또 아주작은 연기의 농도상승은 있지만, 최상층에 가장 빨리 연기가 전파하는 것을 나타내고 있다. 이것으로 보아 화재층의 상부층에 거주하는 사람의 피난을 우선

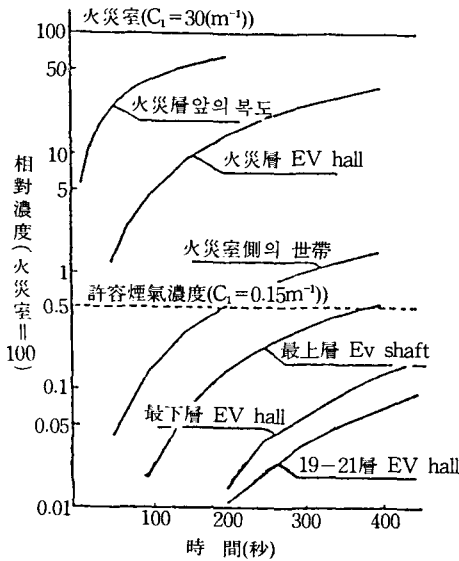


(그림 III-1) Sun City G동 기준층 평면도

4 / 초고층 아파트의 화재안전계획에 관한 연구



(그림 III - 2) 화재층의 연기의 흐름



(그림 III - 3) 건물 각부분의 연기농도 변화

으로 해야함을 알 수 있다.

2. 화재시 인간행동의 기구

화재시 인간행동은 다양하며 한마디로 말하기 어려우나 몇몇 화재사례에 공통으로 알려진 것과 경험자를 통해 얻어진 일반적인 경향을 살펴보면 다음과 같다.⁵⁾

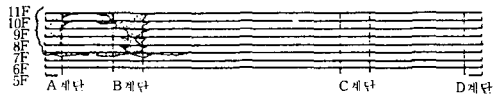
- 1) 항상 사용하고 있던 출입구와 계단쪽으로 향한다.
- 2) 밝은쪽으로 향하는 습성이 있다.
- 3) 열려진 공간쪽으로 향한다. 이것은 2)항의 밝은 방향 지향성과 같은 성향이다.
- 4) 연기에 대해 공포심이 일어난다.

5) 위험이 촉박해와서 혼미의 정도가 심하게 되면 좁고 막다른 곳으로 피난한다.

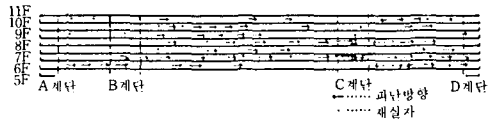
6) 혼미의 정도가 클수록 타에 추종하기 쉬워진다.

7) 비상인 경우에는 생각지도 못했던 힘이 발휘된다.

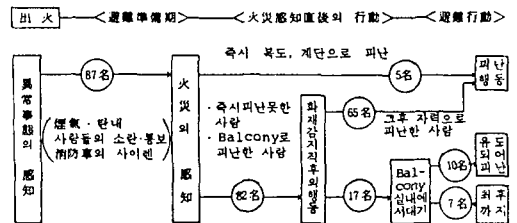
3. 앙케이트에 의한 초고층아파트 화재시 피난행동을 1979년 9월에 일본의 초고층아파트에서 발생한 화재때의 피난행동을 거주자를 상대로 실시한 앙케이트 조사를 기본으로 고찰해 본다.⁶⁾



(그림 III - 4) 연기의 확산방향



(그림 III - 5) 피난방향과 재실자의 위치



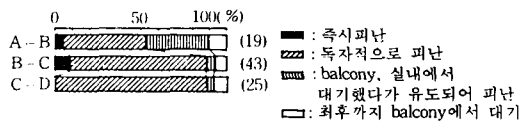
(그림 III - 6) 피난행동의 개요

balcony, 실내에서 대기한 사람은 17명 이지만, 화원근처의 A계단-B계단 사이에서는 이러한 피난type이 많고, balcony에 대기후 유도되어 피난한 사람과, 최후까지 balcony에 있던 사람을 포함해서 19명중 9명이 이러한 피난type이었다.

그리고 이 9명중 7명이 <도망치려고 생각하니 복도에 연기가 충만해서 도망할 수 없었다>고 대답하고 있다. 연기가 적은 방향으로 피난하고 있는것이 판명되었는데, <그 방향으로 피난한 이유는 무엇입니까?>라는 물음에, 복도를 통해 독자적으로 피난한 사람의 42%(30명)가 <연기가 적은 방향을 선택>이라고 대답하고 있다.

C계단에 연기가 그다지 전파되지 않았기 때문

에 이 계단을 이용한 사람이 많으며, 독자적으로 피난한 70명중 42명(60%)에 이르고 있다. 또한 옥외계단인 D계단을 이용한 사람은 22명(31%)으로 많다. 같은 옥외계단 이지만 A계단은 연기가 충만해서 출화층의 피난자중 1명만이 이 계단을 이용했다.



(그림Ⅲ-7) block별 피난 type

이 화재의 피난행동의 특징은 다음과 같다.

• balcony지향성

이 아파트는 중북도식인데, 각 세대는 복도와는 방화문으로 구획이 되어 기밀성이 높다. 그래서 화재가 발생했을때 복도는 급속히 연기로 충만되므로, 2방향피난의 관점에서 불때 창외 방향으로 피난방향을 선택하는 경우가 많다. 양 단부에는 옥외비상계단이 설치되어 있지만, 중북도의 총 길이가 100m 이상이어서 효과적으로 이용되지 않고있다. 그리고 balcony로부터 수평방향으로 피난가능했던 점을 평가할 수 있다.(balcony로부터 아래층으로 수직방향의 피난이 가능했으면 더욱 좋았을 것이라는 의견을 앙케이트 도중에서 볼 수 있다.)

고층아파트에서 중북도식의 경우, 이 아파트처럼 balcony로의 지향성이 높다면, balcony로부터 수평방향으로 피난가능 하지않은 형태는 문제가 된다.

• 피난경로의 선택에 있어서 옥외계단지향성

연기가 복도에 충만한 경우, balcony방향으로 향했지만, 복도의 연기가 그렇게 심하지 않은 경우에는 복도와 계단을 통해서 지상으로 피난하게 된다. 이 화재사례에서 명확한 점은 당연한 일이지만, <불에 타고있는 장소, 혹은 연기가 밀려오는 방향으로 부터 먼 방향으로 피난한다.>라고 하는 <안전지향요인>이 보태져서 옥외계단으로의 지향성이 높게되고 있다.

이 사례에 있어서 피난행동의 결과를 보면 고층 아파트의 화재시에 안전한 피난이 행하여지는 것에는 <안전한 피난계단의 존재>와 함께 <안전한

수평방향의 피난이 가능한 balcony의 존재>가 필요조건이 된다고 사료된다.

IV. 초고층아파트의 화재안전계획

공간구성계획(평면, 단면계획)은 건축의 기본설계 그 자체라고 말할 수 있다. 따라서 평면, 단면계획이 확정되는 단계에서 최종적인 건축의 화재안전성도 기본적인것의 대부분이 정해진다고 생각된다. 그중에서도 안전한 피난로의 확보가 가장 중요하며 적절한 피난로의 설정이 가능하지 않은 평면계획에서는 방재설비가 아무리 충분하여도 인명의 안전이라고 하는 관점에서 보면 화재안전계획이 없는것이나 다름없다.

초고층아파트의 화재안전계획은, 고층·고밀도의 집합체이기 때문에 폭발화재로부터 인명과 재산을 보호하는 것을 주된 목표로 삼고있다.

1. 화재발생의 예방

일반적으로 아파트는 각 세대별로 방화구획이 설정되어 있지만 가스의 폭발로 그 방화구획이 깨어져 피해가 여러 세대에 걸쳐 발생한 사례가 있다. 그렇기 때문에 에너지원의 대부분이 가스인 실정을 감안 한다면 그 에너지원의 대체를 검토할 필요가 있다. 그리고 전 세대의 거실을 불연화 또는 준불연화할 필요가 있으며 특히 공용부분을 불연화하는 내장제한이 필요하다.

2. 조기발견 및 전달

예기치않은 발화상황을 조기에 발견하고 통보하는것이 연소확대를 예방하는데 도움이 될 것이다. 이를 위해서는 화재감지기, 경보buzze등의 설비등에 의한 화재의 조기발견이 필요하다. 그리고 각 세대 및 공용부분에 발화상황의 정확한 전달을 위한 방송설비가 필요하다.

3. 초기소화

건물에 있어서 소방시설은 화재를 초기단계에서 소화시키고 한편으로는 인명의 안전피난의 길잡이 역할을 하므로 이 목적을 충분히 달성하기 위하여 설치하는 소방시설은 건물의 위치, 구조, 거주자인

원, 관리상황등을 기술적으로 조사하여 합리적인 시설을 갖추는 것이 필요하다.⁷⁾ 고층아파트의 경우 공용부분의 이용하기 편리한 곳에 소화기를 설치하거나 각 층의 특별피난계단 근처에 옥내소화전을 설치하여 초기소화에 대비하는 것이 필요하다.

4. 안전한 피난경로의 확보

화재안전계획의 최종목적은 인명의 안전확보이며 그 수단이 되는것이 피난계획이다.⁸⁾

일본이 25층아파트의 15층에서 화재가 발생한 경우, 그 피난행동을 보면 14층이하의 경우에는 elevator를 이용한 피난은 거주자의 10%정도밖에 안되는것에 비해, 15층이상에서는 약 25%가 elevator 를 이용하여 피난한것으로 나타났다.⁹⁾

이 현상은 elevator가 고층아파트 거주자들에게는 생활의 일부분으로 되어있기 때문에 순간적인 경우에도 elevator를 사용한것으로 사료된다.

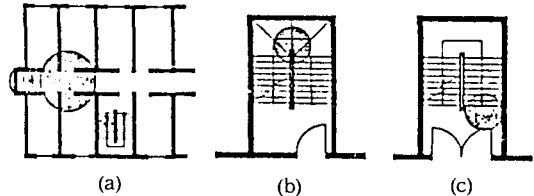
그리고 각 세대로 부터의 2방향피난을 확보하기 위해서는 balcony를 연속적으로 건물의 전주위에 설치하여 인접세대로의 수평방향피난을 확보하는 것이 필요하다.

가장 중요한 피난경로인 피난계단의 설계에서 유의할 사항으로, 중복도식 아파트의 경우에는 그림 IV-1(a)와같이 복도의 끝에 외광이 들어오게 되면 계단으로 오인하여 위험을 초래할가능성이 높으며, 그림 IV-1(b)와 같이 계단참에 단차를 두게되면 보행리듬이 혼란되어 위험하며, 그림 IV-1(c)와같이 계단의 출입구폭이 계단의 유효폭보다 크게되면 체류현상이 발생하여 위험하다.

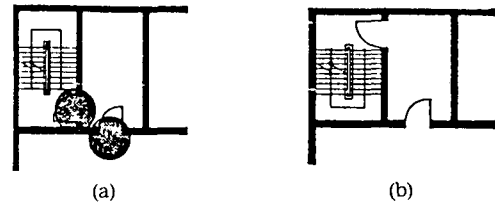
또한 계단실에 안전구획을 설치할 경우 피난자를 유효하게 수용할 수 있도록 계획해야한다. 예를 들면 그림 IV-2(a)와 같이 형상에서는 안전구획의 면적이 충분하여도 피난자를 수용하기위해 이용할 수 있는 면적은 작다. 이 경우 계단실의 출입구를 그림 IV-2(b)와 같이 안전구획의 안쪽으로 옮겨 설치함으로써 해결할 수 있다.¹⁰⁾

고층아파트의 화재시 중요한 피난경로인 balcony의 설계에 있어서 유의할 점은 balcony에서 구조활동을 기다리는것은 고가사다리치가 닿지않는 높이(현재 우리나라에서 가장 높은것은 61.

5m) 이상에서는 무의미 하다는 점이다. 이 점을 충족시키기 위해서는 인접세대와의 balcony경계벽은 비상시에 파괴할 수 있는 구조로 설계되어야 한다. 또한 아랫층으로의 피난을 위한 맨홀의 설치도 고려할 수 있다. 그리고 계단을 이용한 피난에 있어서 일시에 지상으로 피난할 수 없는 경우를 위해서 일시적으로 피난하거나, 소방대의 구조를 기다릴 수 있는 공간으로 중간공용층을 고려하는것이 요구된다.



(그림 IV-1) 피난계단의 설계시 유의사항



(그림 IV-2) 안전구획의 일례

5. 소방활동의 용이

고층아파트화재에서 소방활동은 balcony로부터의 진입이 유효하다. 중복도식아파트에서는 balcony 활용에 의한 인명검색 및 진입이 절대로 필요하기 때문에 초고층아파트에서는 통행 balcony의 설치가 필요하며, 소방활동을 위한 초고층으로의 진입은 비상용elevator를 이용하는 것이 가장 효과적임이 보고되고 있다.¹¹⁾

6) 연소의 방지

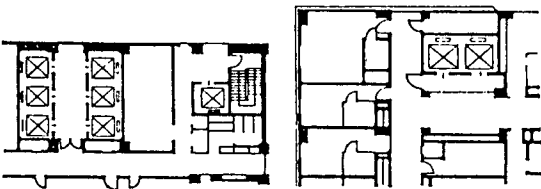
모든건물은 내화구조를 이용하여 건물을 방화구획으로 분리시키는것이 가장 효과적인 화재위험의 감소책이다.¹²⁾ 그러나 아파트의 경우 수평방향으로의 연소확대를 방지하기위한 방화구획은 각 세대별로 이루어지지만 계단, elevator shaft, duct space, pipe shaft 등 구획의 관통부와 건물의 창을 통해 윗층으로 연소확대할 위험을 배제할 수 없

다. 건물의 창을 통한 윗층으로의 연소확대를 방지하기 위해서는 건물의 주위에 연속적으로 balcony를 설치하는것이 바람직하다.

이 balcony는 연소확대의 방지뿐만 아니라 피난로의 확보면에서, 또 소방활동의 용의를 위해서도 유효하다. 그러므로 거주자가 이 balcony를 거실로 용도를 변경해서 사용할 수 없도록 설계해야하며 그 사용에 있어서도 관리를 철저히 해야할 필요가 있다.

건물내 구획중에서 특히 피난계단의 구획은 인명안전에 지대한 영향을 미친다. 주동이 대규모 일때는 2개 이상의 피난계단이 필요하며 2개의 피난계단 사이의 면적은 적어도 2개의 구획으로 분리하여 2방향피난이 가능하도록 하는것이 바람직하다. 이러한 구획내의 출입문은 화재발생 즉시 닫혀져야하며 2개의 계단이 동시에 연기에 오염되는것이 가장 위험하다.

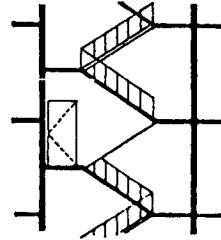
elevator출입문의 차연성능은 유지하기가 매우 어렵기 때문에 elevator홀을 피난로의 일부로 계획하는것은 위험하다. 따라서 elevator shaft로 부터의 연기침입을 방지하기 위하여 elevator홀과 피난로의 분리가 용이하도록 공간구성을 하여 구획을 설치할 필요가 있다.(그림 IV-3)¹³⁾



(그림 IV-3) 피난로와 elevator홀의 구획

최후에 지상으로 피난하는데 있어서 피난계단은 가장 안전성이 높지 않으면 안된다. 그러므로 계단실의 굴뚝효과를 방지함과 동시에 만일 연기가 침입하더라도 구획내에 멈추게 하기위하여 계단실을 수개층마다 구획하는것도 하나의 방법으로 고려될 수 있다.¹⁴⁾

그리고 급배수duct는 각 세대별로 수평duct로 처리하여, 방화구획을 관통하는 duct를 없애는 방법도 고려될 수 있다.



(그림 IV-4) 계단실의 구획방법

7. 방화관리의 철저

화재예방 및 초기진화등 소방활동의 거점으로 사용될 수 있는 방재센터에는 관리인을 24시간 상주시키는 체제가 필요하다. 그리고 화재시에 대처하는 각종 방재설비등의 이상유무를 수시로 검사하고 고장시에는 신속하게 대처해야한다.

V. 결론

1. 우리나라의 아파트의 화재증가율은 단독주택에 비해 발생건수에 있어서 약 5배, 재산피해액에 있어서 약 3배에 달하고 있으며 이 현상은 앞으로 더욱 심해질 것이다.

2. 우리나라 고층아파트 화재시의 문제점은 다음과 같다.

- 아파트화재시 피난실패요인은 <피난개시의 지연>이 가장 큰 요인이다.
- 화재시 수직확대요인은 <외부창을 통한 연소확대>가 대부분이다.
- 화재의 수평확대요인은 <가연물>과 <방화문>을 통한 것이 대부분이다.
- 피난시의 문제점은 피난시설의 미비와 방재설비의 미비 그리고 balcony에 의한 피난이 불가능한 점이다.

3. 화재시 인명피해의 주원인은 연기에 의한 질식 및 중독이며 그 연기의 이동은 건물의 수직관통부를 통해 주로 일어나고 있다.

4. 고층아파트 화재시 피난행동의 뚜렷한 특성은 <balcony 지향성>과 <옥외피난계단 지향성>이며 초고층에 거주하는 사람들은 생활의 일부분

이 되어버린 elevator를 선호함을 알 수 있다.

5. 초고층아파트의 화재안전계획의 기본방침은 다음과 같다.

• 화재예방을 위해 에너지원의 대체를 검토하고 각 세대의 거실을 불연화 또는 준불연화 하는 내장제한이 필요하다.

• 초기소화를 위한 소화기, 옥내소화전등 소방설비의 설치가 필요하다.

• 안전한 피난경로의 확보를 위해서 건물주변의 전주 balcony를 설치하거나 balcony에 맨홀을 설치할 필요가 있으며, 피난로의 안전을 위한 방·배연 설비와 중간피난처인 중간공용층이 요구된다.

• 소방활동의 편위를 위해 통행 balcony의 설치와 비상용 elevator의 설치가 필요하다.

• 연소의 방지를 위한 전주 balcony의 설치, 피난계단의 구획, elevator홀의 구획이 필요하며, 각 세대별의 수평 duct의 설치가 필요하다.

• 철저한 방화관리를 위한 방재센터의 설치가 필요하다.

참 고 문 헌

- 1), 3), 8), 12), 13), 14) 李康勳, 「우리나라 高層建築의 火災安全에 관한 建築計劃的 研究」, 博士學位論文, 高麗大學校大學院, 1988.
- 2) 東京消防廳 豫防部 調査課, “火災事例からみた高層公用住宅の防火管理と問題點”, 設備と管理, 21, No.8,(1987), p.39~44.
- 4) 佐藤博臣, “集合住宅の防災計劃—サンシテイG棟”, 建築の技術施工, 1983. 1, p.173~178.
- 5) 李康勳, “建物火災時 人間行動의 特性에 관한 研究”, 「慶南大學校論文集」, 第13輯, (1986. 12), p.539~549.
- 6) 浜田信義, “建築における避難計劃”, 建築技術, No.412, (1985. 12), p.93~102.
- 7) 류소현, “건물內 소방시설의 설치기준과 관리”, 「빌딩관리기술 정보」, (1987. 4), p.42~50.
- 9), 11) 大阪市城東消防署, “超高層25階建住宅の火災における避難行動”, 近代消防, (1982. 11), p.119~128.