

07

고층건축물



2010년 10월 부산 주상복합 고층건축물¹⁾ 4층(PIT층) 쓰레기 집하장에서 발생한 화재는 지상 38층의 쌍둥이 건물 외벽을 따라 옥상까지 확산되었다. 화재가 발생한 4층은 pit층으로 사람이 거주할 수 없는 공간이었으나 미화원 사무실과 재활용 쓰레기 분리수거장으로 사용되고 있었고 스프링클러 설비는 설치되어 있지 않았다.

화염이 순식간에 확산될 수 있었던 것은 외벽 마감재로 알루미늄 판 사이에 불에 쉽게 탈 수 있는 약 3.5mm의 폴리에틸렌이 들어간 패널이 시공되어 있었고, 바다 측에서 불어오는 강풍과 빌딩의 외벽면 형상이 복합적으로 영향을 준 것으로 보인다.



그림 1. 화재발생 고층건축물 및 주위 위치도



사진 1. 해운대 방향(동쪽)에서 본 화재건물 및 주변건물

1) “고층건축물” 이란 건축법 제2조제1항제19호 규정에 따른 건축물(층수가 30층 이상이거나 높이가 120m 이상인 건축물)을 말한다.

표 1. 대형인명피해가 발생한 고층건축물 화재사고

John R. Hall, Jr., HIGH-RISE BUILDING FIRES, NFPA, 2013.09

건물 용도, 위치, 사고년월	사망(명)	건물규모(층)	화재발생층
1. 업무 및 복합(2개 타워), 미국 뉴욕, 2001.9.	2,791	110	94-98(타워 1) 78-84(타워 2)
2. 업무, 브라질, 1974.2.	179	25	12
3. 업무, 미국 오클라호마, 1995.4.	168	9	건물외부
4. 호텔, 한국, 1971.12	163	21	2
5. 의류공장, 미국 뉴욕, 1911.3	146	10	8
6. 호텔, 미국 조지아, 1946.12	119	15	3
7. 백화점, 일본, 1972.5	118	7	3
8. 백화점, 일본, 1973.11	104	9	미상
9. 호텔, 푸에르토리코, 1986.12	96	20	1
10. 호텔, 태국, 1977.7	90	17	1
11. 호텔, 미국 네바다, 1980.11	85	23	1
12. 호텔, 미국 일리노이즈, 1946.6	61	22	1
13. 아파트, 중국, 2010.11	58	30	건물외부
14. 업무, 홍콩, 1996.11	40	16	지하
15. 호텔, 한국, 1984.1	38	10	4
16. 호텔, 일본, 1982.2	32	10	9
17. 호텔, 미국 아리조나, 1970.12	28	11	4
18A 업무, 브라질, 1986.2	23	13	미상
18B. 플라스틸 제조공장, 미국 텍사스, 1989.10	23	20	미상
20. 호텔, 미국 플로리다, 1963.12	22	14	1

1. 일반사항

- 소재지 : 부산시
- 사고일시 : 2010년 10월 01일 11시 23분경(금요일)
(신고접수 : 2010년 10월 01일 11시 33분 43초)
- 발화장소 : 피트층(3층과 4층 사이) 남성 탈의실 문 앞 콘센트 주변
- 재산피해 : 57억 6,973만원
- 인명피해 : 부상 7명(거주자 3명, 소방관 1명, 인접상가 거주자 3명:경상)
- 발화원인 : 전기적 요인(선풍기 플리그가 꽂혀있던 콘센트 안에서의 단락)

2. 건물 현황

2005년 12월에 준공한 지하4층, 지상38층, 연면적 68,917.26 m²의 철골철근콘크리트/철근콘크리트 구조 건물로 대표용도는 업무시설(오피스텔)이다. 건물 최고높이는 143.6 m 이다.

지하층은 주차장 및 기계실 등으로 사용하고, 지상 1~3층은 근린생활시설로 금융회사 지점, 운동시설 등이 있으며, 지상4층부터 지상38층까지 사무실 및 주거용 오피스텔로 사용되었다. 서관 지상4층 PIT 층은 화재당시 재활용 쓰레기 집하장과 사무실 및 탈의실 등으로 사용되고 있었다.

표 2. 건물 현황

용도	층	면적(m ²)	비고
주차장, 기계실 등	지하1층~지하4층	16,964.60	
근린생활시설	1층~3층	4,615.02	
PIT층	4층	1,398.47	
오피스텔	5층~36층	44,751.04	* 2개 타워(동관, 서관) * 오피스텔(5층~36층)
	37층	1,188.13	1,398.47 m ² × 32개 층
옥상 전망대			
계		68,917.26	

3. 화재상황

3.1 화재신고경위

10월 1일 오전 11시 34분 최초 발견자인 미화원에 의하면, 피트총 재활용품 분리장소에서 쓰레기 분리 중 갑자기 ‘퍽’하는 소리와 뒤편 팀장사무실 입구 부근에서 불길이 나오는 것을 발견, 동료에게 알리고 초기 진화시도하다 신속히 외부로 대피하였다. 현장조사결과 피트총 재활용품 분리장소의 소실정도가 심하고, 특히 팀장사무실 입구 부근의 소실정도가 심하여 연소가 이 부근에서 진행된 것으로 보이며 이 부근이 최초 발화지점으로 판단하였다. 팀장사무실 입구 부근에 놓여 있던 선풍기, 진공청소기, 마루청소기계(일명, 돌돌이) 등이 소실된 채 식별되며, 미화원(남)에 의하면 멀티콘센트(4구)에 전원코드가 모두 꽂혀 있었다고 진술하는 점 등 여러 정황으로 보아 전기적 요인에 의한 발화 가능성성이 크다.

3.2 화재확산 및 진화

- ① 피트총 내부에서 화재발생
- ② 불이 창문을 통해 외벽으로 번짐
- ③ 강한 바람의 상승작용과 인화성 외벽인 알루미늄 패널을 타고 화재발생 21분만에 옥상까지 확산, 37층 일부세대 전소
- ④ 오후 2시경부터 큰 불길 잡힘
- ⑤ 오후 3시경 잔불 다시 발생
- ⑥ 오후 6시 49분경 완전진화



사진 2., 3. 12:07 피난교가 전소하고 상층부로 연소확대
(피난교 파손, 유리파편 및 탈락된 알루미늄 외벽패널이 저층부로 낙하함.)

표 3. 시간대별 상황

11:21	화재발생(시민 신고)
11:33	119에 접수
11:36	소방대 선발대 현장 도착
11:44	소방대에 의해 피난유도 및 인명구조작업 개시
12:10	고가 사다리차로 10명 구조
13:00	옥상에 피난한 9명을 헬리콥터에 의해 구조
13:02	출화지점 근처 진화
18:48	완전 진화

3.3 연소확대 경위

피트총에서 발화되어 알루미늄패널 외벽재로 옮겨 붙으며 쌍둥이 타워 외벽을 타고 수직으로 “V”자 모양을 그리며 위쪽으로 계속 연소확대되어 나갔다. 건물 외벽을 둘러싼 알루미늄 패널의 단열재가 불길을 위쪽으로 확산시키는 역할을 한 것으로 보인다.

외벽은 알루미늄복합 패널로, 내부 심재는 폴리에틸렌이다. 따라서, 패널 외측이 개구부로부터 고온의 분출 열기류(화염을 포함)에 노출되어 온도가 상승하였고 패널 표면의 알루미늄이 녹아내리는 동시에, 패널 심재가 열분해되고, 가연성 가스가 발생하였다. 이렇게 연소가 진행되면서 고온 가스가 외벽면 위쪽으로 분포하게 되고, 위쪽 패널의 알루미늄과 폴리에틸렌이 녹아내리게 된다. 결과적으로 출화층인 4층부터 38층까지 급속하게 연소가 확대되는데 20분밖에 소요되지 않았다.



사진 4. 해운대 방향에서 본 서관(남쪽 건물) 4층 발화지점 및
외벽 손실된 모습

이렇게 급속하게 확대된 원인으로는, 바다 측에서 불어오는 강풍과 빌딩의 외부벽면 형상이 복합적으로 영향을 준 것으로 보인다.

건물 외부벽면이 D자 형으로 움푹 들어가 있어, 열기류가 위쪽으로 이동시 온도의 감쇠가 일반적인 자유공간에 비해 적게 일어나게 되므로, 고온 지역이 상부쪽으로 신장되는 성질이 있다. 또한 D자로 된 면이 서로 마주보면서 복사열전달이 커지게 된다. 이러한 여러 가지 원인들 때문에 연소확대 속도가 빠른 것으로 여겨진다.

해운대 해변(전면, 동쪽)에서 바람이 불어오고 있어 해변방향(전면)으로는 화재가 직선으로 올라가고, 건물 뒤편으로는 남쪽에서 북쪽으로 부는 바람에 의하여 남측건물(서관) 보다 북측(동관) 건물의 화재가 상층부로 갈수록 V자를 그리며 확산되었다.



사진 5., 6. 건물 외벽에서의 연소확대 패턴 – 전면(해운대방향, 동쪽) 및 후면(서쪽)

3.4 진화작업 및 피난상황

동원인력 총 668명(소방관 170명, 의용소방대원 90명, 경찰 350명, 기타 58명)

소방차 60대, 고가(굴절)사다리차 2대, 구조 12대, 구급 15대, 헬기 5대

인명구조 37명, 유도대피 80명

4. 피해상황

건물 내부의 소실면적은 $1,134m^2$ 이며, 4층부터 38층까지 외벽 부분이 소실되었다. 인적 피해로는 경상 4명이며, 피해액은 769,729천원이다.

5. 문제점 및 대책

5.1. 문제점

(1) 가연성 외벽 자재 사용

한국에는 가연성 재료를 외벽에 사용하는데 제한이 없다. 따라서 이러한 패널이 사용될 수 있었다. 이 건물에 사용된 알루미늄 패널은 하중이 작고, 가공성이 우수하기 때문에 특히 고층건축물의 적용에 있어 구조하중과 시공 가격에 있어 효과적이다. 그림 2를 보면 그 구조를 알 수 있는데, 이것을 콘크리트 벽에 고정시키는 형태이다.

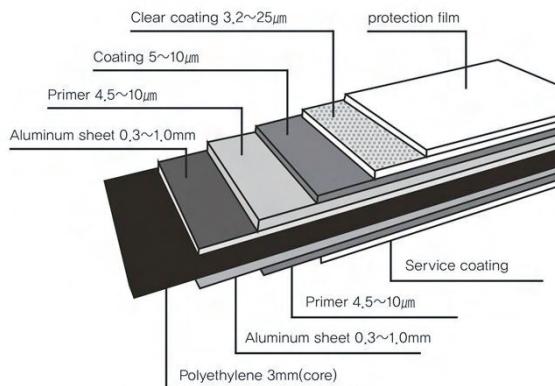


그림 2. 알루미늄 패널 구조

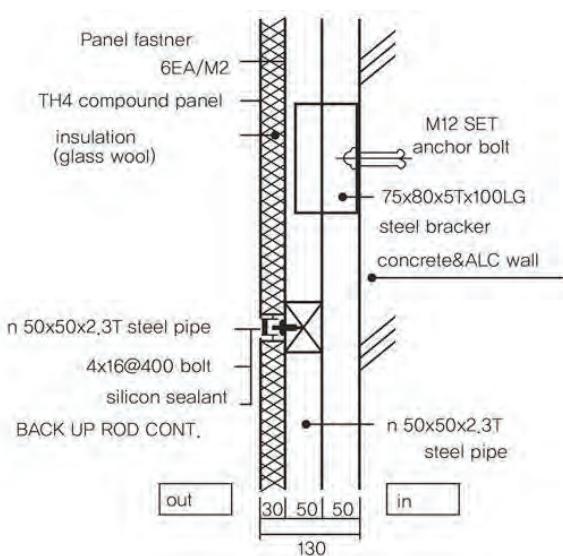


그림 3. 외벽 시공 단면 사양

그림 3.을 보면 가연성 재료인 폴리에스테르를 심재로 하고, 표면의 미관과 강도, 내후성 등을 확보하기 위해 알루미늄과 각종 코팅을 하였다. 이러한 알루미늄과 코팅은 두께가 얕고, 알루미늄의 녹는점이 약 섭씨 660·°C정도여서 재료가 내화성능이 있다고 할 수는 없다. 또한 열전도율이 크고, 폴리에틸렌은 발화온도가 350~400°C 정도이므로, 화재 시에 예상되는 외부가열에 대해 용이하게 발화되어 연소하게 된다는 것은 자명하다.

한국의 고층건축물에서는 이러한 가연성재료가 쓰인 건축자재로 시공된 건물이 80%가 넘는 실정이다.

(2) 피난 및 구조 어려움

이 화재 당시 한국에서는 50층 미만의 건물은 초고층 건물로 분류되지 않아 중간피난층을 확보할 필요가 없다. 따라서 16층에서 49층까지의 건축물은 고가사다리차가 접근할 수 없는 건물이 되어 버린다. 이번 화재에서는 다행히 인명피해가 적었고, 최상층으로 피난해 헬리콥터로 구조된 사람도 있다. 고층화 될수록 피난 수직이동거리가 증가하여 신체적인 부담이 커진다. 따라서 50층 미만의 고층건축물의 특성을 고려해서, 피난수단으로 피난전용승강기 설치를 검토할 필요가 있다.

(3) 관리상의 문제

피트층의 원래 용도는 사람이 상주하는 않고 전기, 기계설비 등의 공간이어서, 소방설비 등에 대한 완화가 되어 있는 상태이다. 이 장소를 쓰레기 분류장소로 사용하게 되면 가연물 하중이 증가하고, 사람이 상주함에 따라 인적 위험 요소도 함께 증가하게 되면서 결국은 화재발생지점이 되어 버렸다.

또한 화재발생을 발견한 시점이 늦었으며, 자체적인 초기대응이 미흡하였다.

(4) 소방 활동에서의 문제

비상계단에서 피트층 진입이 불가하게 불법적으로 구조변경이 된 상태였으며, 고층에서 소방용수 부족 및 확보 곤란한 상태였다. 또한 비상용승강기가 소방활동을 위하여 제대로 사용되지 못하였다.

5.2. 대책

(1) 법령보완

- 고층건축물 외벽마감재 불연재 사용 의무화
- 31층 이상 ~ 50층 미만에도 피난층(피난구역) 설치
- 고층건물 전용 소방송수관 설치
- 피트층 법정 소방시설 설치 의무화
- 소방점검업체 화재취약요인 점검 및 통보 의무화
- 고층건물 밀집 지역 전문진압대 및 구조대 신설

(2) 소방 훈련강화

- 헬기, 고가사다리차 활용 및 고층건물 현지적응 훈련을 통한 인명구조훈련 강화
- 인명대피·유도훈련 및 가상화점 선점 훈련 등
- 주민교육 및 예방활동 강화 : 고층건물 특별안전점검 및 건물 관계자 소화기 사용법 등 소방안전교육 실시