



06

상하이 고층아파트

2010년 11월 15일 오후 2시경, 중국 상하이의 28층 고층아파트 리모델링 공사 중 10층 외벽 부근에서 용접불티에 의한 화재가 발생하였다. 화재는 가연성 건축자재(대나무 비계 발판, 나일론 그물, 폴리우레담 단열재 등)를 통하여 급격히 연소확대되었고, 진화작업에 나선 소방관들은 지상에서 85m 높이의 건물 꼭대기까지 물이 닿지 않아 호스로 물을 끌 수가 없었다. 156세대가 거주 중이었으며 사망자 58명, 부상자는 최소 70명 이상인 대형인명피해가 발생하였다.



사진1. 화재진압 및 구조 활동(적색원에 구조를 기다리는 사람들)

표. 대형인명피해가 발생한 고층건물 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. 플라스틱 제조공장, 미국 텍사스, 1989.10	23	20	미상
20. 호텔, 미국 플로리다, 1963.12	22	14	1

1. 일반사항

- 소재지: 중국 상하이시 장안구
- 사고일시: 2010년 11월 15일 오후 2시 15분
- 발화장소: 28층 고층 아파트 북측 10층 부근
- 인명피해: 사망 58명, 부상 70~120명, 실종 36명
- 발화원인: 외벽 리모델링 공사 중 용접불티의 비산



그림 1. 화재발생 아파트 위치

2. 건물개요

아파트 건물은 상하이 진안 지구에 있는 지아오저우 가(街)와 유야오 가(街)의 교차로에 위치하고 있었으며, 1997년 12월 준공되어 다음해인 1998년 3월 입주 시작되었으며 사고 당시 낡은 건물 외벽에 대한 리모델링 공사가 진행 중이었다. 28층의 초고층 건축물인 이 아파트는 교사 또는 교수들의 거주를 위해 건축한 아파트로 주민 대다수가 은퇴한 교수 및 공산당 퇴직 원로 등의 노인이었다. 사고 당시 실제 거주인원은 156세대 440명이었다.

3. 화재상황

화재는 현지 시각으로 오후 2시 15분에 28층 아파트의 10층 근처에서 시작되었다.

화재는 외벽 리모델링 공사를 위하여 설치된 건축 자재(대나무발판을 설치한 비계(飛階)¹⁾와 거기에 장착된 나일론 그물)에서부터 시작되었고, 북동쪽에서 불어오는 바람과 가연성 건축자재(대나무 조각, 나일론 그물, 폴리우레탄폼 보온재 등)에 의해 빠른 속도로 건물 전체로 퍼져나갔다.



사진 2. 화재발생초기 상황 - 10층 부근에서 시작됨



사진 3., 4. 화재확산 - 바람의 영향으로 급격히 확산

상하이 주민들은 몇 킬로미터 밖에서도 화재로 인한 연기를 볼 수 있었으며, 소방관들은 지상에서는 85미터 높이의 건물 꼭대기까지 물이 닿지 않아 호스로 불을 끌 수가 없었다. 3대의 헬기가 구조를 지원하기 위해 동원되었지만, 화재로 인해 생성된 두꺼운 연기 때문에 현장 접근이 불가능하였다. 불길은 소방관이

1) 높은 곳에서 건설 등의 공사를 할 수 있도록 임시로 설치한 가설물

근처 건물 옥상에서 호스를 설치한 이후에야 겨우 잡을 수 있었다. 모두 25개 소방대와 100대가 넘는 소방차량이 동원되었다.



사진 5., 6. 화재진압 활동

4. 화재발생원인

중국 국무원의 화재조사에 따르면, 화재는 건물 안에서 이루어진 용접 작업 중 발생한 불티가 건축 구조물을 둘러싸고 있는 비계에 튀어 불이 옮겨 붙으면서 시작되었다. 이어 건물 외벽에 보온 재료로 사용된 다량의 폴리우레탄폼 등 가연성 자재가 급격히 연소하면서 화염과 다량의 유독성 가스가 건물 전체로 확산되면서 피해가 커졌다. 중국에서는 일반적으로 난연물질이 아닌 폴리우레탄폼이 단열재로 흔히 사용되는데, 이로 인하여 단열재가 연소할 때에 다량의 유독가스와 일산화탄소를 생성한다.

화재 사고 당시에도 작업자들은 건물에 단열재를 추가로 설치하는 중이었다고 화재 사고 시에 28층에 있었던 한 작업자의 진술이 있었다.

5. 피해상황

소방대의 신속한 출동으로 화재는 화재발생 3시간 30분 만인 오후 6시 30분경 진압됐지만 인명피해는 막지 못했다. 화재당시 사람들이 건물 주변의 비계에 매달려 있는 모습과 일부 사람들이 피난을 위해서 비계를 기어 내려가는 것이 TV로 보도되었다.

화재 사고가 발생한 건물에는 약 440명이 거주하고 있었는데, 주로 퇴직 교사들이었다. 화재조사 보고서에 따르면 희생자들의 나이가 3세부터 85세까지 다양하게 나타났으나, 대부분(64.5%)이 50세 이상으로 나타났다고 한다. 부상자의 대부분도 노인이나 아이들이었으며, 화재로 인한 최연소 희생자는 생후 16개월인 것으로 확인되었다.

사망자의 유해의 신원 확인을 위해서 유전자 검사를 실시해야만 하였으며, 모두 58명이 사망한 것으로 판명되었다. 이 가운데 남자는 22명, 여자는 36명이었다. 사망자 이외에 적어도 70명에서 120명에 이르는 사람들이 부상당한 것으로 보고되었다.



사진 7., 8. 비계를 의지해 피난하는 사람들

사상자 이외의 대피자들과 화재발생 아파트 주위 건물의 대피자들은 학교 및 경기장과 같은 공공건물에 임시 수용되었다.

6. 사고 후속처리

상하이시 지방정부는 불법으로 이루어진 다단계 건축 하도급 관행을 지적하면서, 여러 건설회사의 4명의 관리자를 구속하였다. 모두 16명이 이 화재와 연관되어 체포되었는데, 이 중에서 4명의 무자격 용접공은 기소되었다. 2010년 12월 24일에 상하이 당국은 3명의 공무원이 화재와 관련하여 추가로 구속되었다고 발표하였는데, 이들은 건설 과정 중에 발생하는 불법 건축행위를 눈감아주는 등, 자신들의 권한을 불법적으로 남용한 혐의로 기소되었다. 이 3명의 공무원에는 진안 지구의 건설교통위원회 위원장, 위원회 본사직원, 건설교통부 직원이 포함된다.

베이징시 당국은 화재가 난 상하이 아파트와 유사한 방식으로 이루어지는 건축 리모델링 프로젝트를 중단시켰다. 단열재를 설치함으로써 에너지를 절약하기 위한 리모델링 공사들은 작업의 안전성 평가에 대한 검증을 위하여 11월 19일자로 중단되었다. 난연성 물질을 첨가하여 사용함에도 불구하고, 단열재는 여전히 가연성 재료이기 때문이다. 상하이 시 당국은 본 화재사고 이후에 일시적으로 그러한 리모델링 보수 공사를 중단하였지만, 나중에 다시 시작할 수 있도록 허가를 내 주었다.

2010년 10월 20일, 상하이시 시장인 한청 氏는 “시는 건설회사와 하도급 업체들의 불공정 행위를 단속할 것”이라고 발표했다. 그는 또한 “계약을 체결할 때 어떤 특정기업에 특혜를 주는 것에 대하여 관계당국이 건설업계에 취할 수 있는 규제가 거의 없었다.”고 말했다. 이에 따라 2011년 1월 11일, 상하이 관계당국은 건설 회사의 감독권을 강화하는 데에 목적이 있는 새로운 규제를 발표시켰다. 이 규제에 따르면, 시 당국은

건설 회사들과 어떠한 비공식적인 관계를 맺는 것도 허용되지 않는다. 일부 언론 그룹은 진안지역 정부와 화재와 연관된 계약을 체결한 컨소시엄 그룹 간의, 부패 혐의로 이어지는 검은 커넥션에 대해서도 의문을 제기하였다.



사진 9. 화재발생 후 건물 외관



사진 10. 화재발생 1년 6개월 후 외관

7. 고층건축물 공사 중 화재안전 대책

7.1 고층건축물 화재위험 특성

고층건축물은 국가별로 랜드마크를 확보하고 좁은 공간의 효율적 활용 등을 위한 명목으로 경쟁적으로 건설될 것으로 예상된다. 우리나라도 서울 제2롯데월드, 상암 DMC, 용산 드림허브, 인천타워, 부산 해운대 센텀 월드비즈니스센터(WBC), 부산 남포동 롯데타워, 해운대 관광리조트 트리플 스퀘어 등 수많은 고층건물이 건설되었거나 건설 중에 있다.

이러한 고층 건설공사 현장에서의 화재는 이미 준공이 이루어진 후에 사용되는 소화설비 등의 방재시스템에 비해서 매우 취약하며, 그 화재위험의 특성은 아래와 같다.

- 고층부 화재발생 시 강풍에 의한 급속한 연소 확대 시 초기 소화 불가능
- 초기 소화실패 시 방화구획의 미완성으로 인해 상층부 전층으로 급속히 연소 확대 및 연기 확산
- 고층부 화재 시 지상의 도움을 받는데 많은 시간이 걸리는 한계
- 고층부 화재 시 소방용 고가사다리 접근 및 소방차 펌핑 능력의 한계 봉착
- 화재 시 화재정보 전파가 어렵고 자동소화방재시설의 미완성으로 인명 및 시설 피해 발생
- 골조작업용 A.C.S Unit 상 작업발판이 목재이고 외장커튼월 마감 후 내부 경량칸막이 및 천정, 덕트,

- 온돌마루 등 가연물 취급공사와 투입인원이 많이 소요되는 등 화재발생 공정이 산재
- 화재 시 외부 가설구조물이 붕괴될 수 있으며, 낙하할 경우 인접시설물 및 인명피해 가능성 상존

이러한 취약성을 가진 공사현장에서 용접, 담뱃불, 전기 누전 등에 기인하는 화재는 초기 진압에 실패 할 경우 취약한 소화시스템으로 수많은 인명피해는 물론 공사비와 공기에 큰 타격을 입게 될 것이다. 따라서 시공 준비 단계에서 공정별 화재발생 요인을 도출하고 소화설비의 운영 등 방재운영 계획을 철저히 수립할 필요가 있다.

7.2 안전관리 대책

이러한 공사현장에서의 발화원 및 발화물 관리에 대한 관리를 철저히 하여 근원적으로 화재 원인을 제어하는 조치에 주력하여야 하며 다음과 같은 사항을 관리한다.

- 흡연구역 지정 등 근로자 흡연관리 철저
- LPG 및 압력용기, 유기용제, 유류 등 화재·폭발 위험물 관리 철저
- 용접, 용단작업 시 발생하는 불꽃관리 및 인화물·가연물 방호관리 철저
- 화기 사용계획서 및 작업 현황판 활용 관리
- 야적물 보양은 불연성 재료를 활용하고 태그 부착관리
- 화기 작업 시 사전 허가제 실시
- 소화기를 지참한 화재감시인 배치(작업 종료 후 최소 30분 이상)
- 화기작업 허가서 발급 시 방화관리자, 안전/화재 감시단 등에 통보하여 밀착관리
- 야간 및 정전 시 대비 피난로 표시 : 야간 및 정전 시 피난로를 쉽게 확인할 수 있도록 축광물질 등을 활용하여 대피로 표시
- 방송시설 설치 : 현장 내 방송시설을 설치하여 비상 시 방송의 지시에 따라 신속한 배치가 가능토록 조치

또한 근로자에 대한 안전교육을 철저히 하고 주기적으로 화재진압 훈련을 실시하여야 하며, 현장 소방조직을 구축하고 모의훈련을 주기적으로 실시하여 습관화 될 수 있도록 하여야 한다. 예를 들어 현장 방화관리자를 지정(예시 正 : 설비팀장, 副 : 안전팀장)하고 자체 소방대를 운영하며, 화기 작업 시 화재 감시인을 지정 배치하는 것 등이 있다.

7.3 관련 법규의 보완

국내·외에서 공사 중에 잦은 화재사고가 발생하는 가운데, 우리나라에서는 그 대책으로, 올해 초 개정된 『소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률』에 따라 2015년 1월 8일부터는 화재위험작업을 수반하는 공사장에는 임시소방시설을 설치하도록 하였다. [제10조의2(특정소방대상물의 공사 현장에 설치하는 임시소방시설의 유지·관리 등)]

이에 따라 최근 입법 예고된 시행령(제7조, 제18조의2)에서는

- 1) 위험물 취급작업, 용접·용단 작업 등을 법률에서 대통령령으로 정하도록 위임한 화재 위험작업으로 규정하고,
- 2) 임시소방시설을 설치하여야 하는 공사장의 범위를 건축허가동의 대상이 되는 특정소방대상물을 설치 또는 변경하는 공사장으로 정하고,
- 3) 임시소방시설의 종류로 소화기, 간이옥내소화전, 비상경보장치, 간이피난유도선 등을 규정하고, 이들 임시소방시설을 설치하여야 하는 공사장 및 설치 면제기준을 정하도록 하고 있다.