

제195호

2010. 7

위험관리정보

- 방재정보
 - ✓ 비슷한 사고 사례에서 찾아보는 해법 / 1
 - ✓ 지하철에서의 화재안전실험 / 10

- 신착자료 목록 / 19

- 안내
 - ✓ 판매도서 안내 / 24

비슷한 사고 사례에서 찾아보는 해법

러시아의 나이트 클럽에서 발생한 비극적인 사건을 계기로, 그와 유사한 4개의 사건을 살펴보면서 화재안전에 대한 시사점을 발견할 수 있다.

크리스마스를 앞둔 시점에, 러시아의 소도시 Perm의 한 나이트클럽에서 발생한 화재는 112명의 사망자를 발생시켰다. 이 사건에서 200여명의 인원이 하나의 출구에 몰리는 대혼란이 발생하였다. Perm의 비극은 공공건물에서 발생한 가장 최근의 화재와 관련된 재난이다. 그동안 여러 유사한 화재사건이 있었으므로, 이렇게 화재가 재난으로 발전해간 경우에는 공통점이 존재한다.

이 글은 유사한 4건의 재난사고를 살펴보고 사건의 개요, 방화공학 측면에서의 기술적 요소를 짚어보고 사건조사의 결과를 설명하고자 한다. 또한 이러한 사건들로 얻어낸 내용을 향후 유사한 인명피해를 예방하기 위해 건물의 설계, 구조, 관리에 적용시킬 수 있는 제언을 하고자 한다.

□ 사례 1 : 스테이션 나이트클럽

- ▶ 위치 : West Warwick, Rhode Island, USA
- ▶ 일시 : 2003년 2월 20일 11:07PM
- ▶ 건물구조 : 단층 목조건물
- ▶ 사망자 : 100명
- ▶ 부상 : 매우 많음

화재는 록 밴드의 공연 중 무대에 장치된 불꽃효과장치가 점화되면서 불꽃이 무대부의 폴리우레탄 폼 부위에 옮겨 붙어 시작되었다. 30초 후에는 화염이 천장에 닿았으며, 90초경에는 연기층이 바닥면에서 30cm까지 도달하였다. 100초가 채 지나기 전에, 정문은 탈출하려는 사람들이 엉켜서 출입구가 막혔고, 이미 탈출한 사람들이 뒤엉킨 사람들을 한명씩 끌어내어야 할 정도였다. 정문에 도달하지 못하고 남겨진 사람들은 유리창을 깨고 탈출을 시도하였다. 최후에는 건물의 일부가 붕괴하였다.

○ **발화** : 벽체를 마감하는데 사용된 폼은 소리의 반향을 개선하기 위한 것으로서 가연성이었으므로 불꽃효과장치에 의해 쉽게 점화되었다. 불꽃효과장치는 수초간 지속되어 폼이 스스로 연소할 수 있도록 점화시키기에 충분한 열을 발생시켰다.

○ **화재확산** : 폼 마감재는 부착방향이 수직방향이어서 화재가 빠르게 확산되었고 대량의 고온 연기를 발생시켰다. 이로 인해 시야가 감소하고 복사열로 인해 실내온도가 상승하였으며 독성물질이 발생하여 사람들에게 고통을 주었다.

○ **피난로** : 공연하던 밴드는 점화 후에도 30초간이나 공연을 계속하였다. 이로 인해 관객들은 별것 아니라는 인상을 받고 안심했을 것이다. 아마 공연효과의 일부로 착각했거나 상황이 심각하지 않다고 판단했을 것이다. 많은 사람들은 무도장에서 밴드를 지켜보고 있었는데, 화재가 진행되었음에도 불구하고 무대가 잘 보이는 지점을 놓치고 싶지 않아서 무도장에서 이동하지 않았다. 그들은 클럽 직원이 화재를 쉽게 처리할 것이라고 예측하고 별 위협을 느끼지 않았던 것이다.

화재가 확대되자 관객들은 패닉에 빠져들었고 동시에 화재로부터 도망치려고 하면서 모두가 출구로 향하였다. 많은 사람들은 그들이 들어온 정문으로 향하였다. 이것은 정문이 그들에게 익숙했던 문이었기 때문인데, 이로 인해 사람들이 몰리면서 문에서 뒤엎키는 결과가 발생하였다.

무도장에서 정문 로비로 가는 통로는 정문보다 좁았다. 이로 인해 병목현상이 발생하면서 사람들이 최대한으로 이동할 수가 없었다.

○ **화재감지** : 현장에는 열감지기가 촘촘하게 설치되어 있었으므로 이 사고에서 감지기는 원활하게 작동하였다.

○ **구조부의 붕괴** : 소화활동 도중에 건물의 붕괴가 발생하였다. 화재가 진행되면서 건물구조부가 연소하였기 때문이다. 이로 인해 부상자가 발생한 것은 아니었다.

□ 배울점

스테이션 나이트클럽의 사례는 화재가 발생하여도, 특정 공간에서는 화재를 인식하지 못하여 사람들이 즉시 피난하지 않을 수 있다는 것을 보여준다. 화재가 그들에게 피난해야 할 정도의 개인적인 위협으로 인식되어야만 피난을 하게 되는데, 결국 화재 인식이 늦게 되면 피난시간의 부족을 초래하여 피난시의 대혼란이 발생한다. 건

물 내에 모든 비상구는 명확하고 알아보기 쉬운 표지를 설치하여 비상시 사용할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 건물에서 예상되는 상주 인원수에 대비하여 비상구가 충분한 숫자라고 하더라도, 피난시에 사용되지 않으면 아무 소용이 없는 것이다. 만약 화염이 4~15Hz로 깜빡거린다면, 일반적으로 나이트클럽에서 사용되는 플래쉬 등으로 착각을 일으켜서 화재로 인식을 못할 수도 있다. 공연이 시작되기 전 조명을 어둡게 하는 행위도 화재나 연기층이 발생하는 것을 보지 못하도록 방해할 수 있다. 화재로 인해 건물 내부의 물품이 연소하여 건물 구조부의 근원적 안전이 훼손되지 않도록 보장되는 것이 중요하다. 특히, 벽 및 천장의 라이닝은 가연성을 갖고 화재의 확산에 기여하도록 해서는 안 된다. 라이닝의 가연성뿐만 아니라 시공된 방향도 화재의 빠른 확산에 기여할 수 있다.

이러한 유형의 건물에 대한 영국표준안전피난시간(British Required Safe Egress Time, RSET)은 150초(2.5분)이다. 스테이션 나이트클럽에서는, 건물 내에 생존조건이 소멸하기까지 가용안전피난시간(Available Safe Egress Time, ASET)이 60초에 불과하였다. 여기에는 앞서 설명한 것처럼 화재에 반응한 시점이 늦어진 것도 고려된 것이다. (건물 피난을 설계할 때 ASET/RSET를 계산하는 목적은, ASET가 RSET와 같거나 크도록 하는 것이다)



<그림1. 스테이션 나이트클럽의 잔해>

□ 사례 2 : Leo's 슈퍼마켓

- ▶ 위치 : Bristol, UK
- ▶ 일시 : 1996년 2월 4일 12:44PM
- ▶ 건물구조 : 복합구조
- ▶ 사망자 : 1명
- ▶ 부상 : 2명

화재는 Leo's 슈퍼마켓 건물의 뒤편에서 발견되어 매니저에게 보고되었다. 오후 1시 13분경에는 화재가 건물의 지붕까지 옮겨 붙었고, 내부에서 일부 붕괴가 발생하여 매니저가 창문을 깨고 탈출하였다. 한 점원은 연기를 흡입하여 심각한 통증을 겪었으며, 소방관 한명은 등, 목, 머리에 심한 화상을 입었고 다른 한 소방관은 부상으로 순직하였다.



<그림2. LEO's 슈퍼마켓 사고모습>

○ **화재확산** : 건물의 판매장 부분은 오늘날의 대부분의 슈퍼마켓이 그러하듯이 구획이 없는 대공간이었다. 화재하중은 매우 높았으나, 복사 또는 전도에 의해 화재가 확산되는 것을 막을 조치는 거의 없었다. 화재가 시작된 것으로 알려진 정육코너는 샌드위치 판넬구조였다. 샌드위치 판넬은 화재에 휩싸이면 짧은 시간 안에 높은 열을 방출하면서 구조적으로 불안정해진다. 이러한 조건들이 합쳐지면서 높은 열을 방출하는 화재가 빠르게 슈퍼마켓 전체로 확산되었다.

○ **피난로** : 화재가 발견되었을 때, 초기 소화작업을 하거나, 소방서에 연락하는 등, 건물에는 화재 발생시 초기행동지침이 없었다. 직원들은 동료들이 이미 시도했던 대책을 다시 시도하는 등 귀중한 ASET를 쓸모없이 낭비하였다. 이로 인해 한명

의 직원이 화재현장에 간히게 되었다.

○ **화재감지** : 건물에는 화재감지기 또는 스프링클러설비가 없었기 때문에 화재가 초기에 발견되지 못했고, 한 고객이 제과코너에서 분출되는 화염을 발견할 때까지 누구에게도 감지되지 않고 화재는 계속 진행되었다. 이때는 이미 화재가 발화지점으로 부터 확산된 이후였다.

감지기가 설치되었더라면, 화재가 초기에 발견될 수 있었을 것이며, 화재를 소화기나 스프링클러로 진압할 수 있었을 것이다. 화재로 인한 금전 및 재산상의 손해를 최소화하고 ASET를 증대시킬 수 있었을 것이다.

○ **구조부의 붕괴** : 정육코너의 상부에서 높은 에너지의 화재가 지속되면서 국지적 붕괴가 발생하였다.

□ 배울점

건물에 고에너지 화재하중이 존재하는 경우 구획을 통하여 분리하거나 작은 구역으로 나누어서 높은 에너지의 화재가 빠르게 확산하면서 피난을 곤란하게 만드는 것을 방지해야 한다.

수퍼마켓의 구조부 및 내부 설치물은 서로 다른 구조여서 화재시 상호작용을 일으켰다. 천장과 천장 속 빈공간의 높이는 건물 내에서도 각 지점마다 달랐다. 이러한 점이 화재의 양상을 예측할 수 없도록 만들면서(특정구역 편중 등) 소방관 한명이 사망하는 결과로 이어졌다.

건물의 복잡한 형태와 특이한 화재형상과 같은 다양한 조건이 화재의 양상에 영향을 미쳤음을 주의해야 한다.

건물 이용객을 위한 안정된 관리절차가 만들어져야 하며, 그러한 절차를 실행할 직원에게는 적절한 훈련이 실시되어 주어진 ASET를 효율적으로 사용할 수 있도록 해야 한다. 이러한 절차에는 이미 설치된 화재안전설비를 유지관리하는 것도 포함되어야 한다.

□ 사례 3 : Garley 빌딩(사무용 건물)

- ▶ 위치 : Tim Sha Tsui, Hong Kong
- ▶ 일시 : 1996년 11월 20일
- ▶ 건물구조 : 콘크리트(사무실 및 백화점 입주)
- ▶ 사망자 : 41명
- ▶ 부상 : 80명

엘리베이터 승강로에서 작업중이던 근무자가 2층 엘리베이터 로비에서 화재를 발견하였다. 불과 몇 분 만에 화재가 아래방향으로 확산하면서 지층, 1층, 13, 14, 15층으로 확산하였다. 40여명의 사망자는 주로 상층부에서 발견되었고, 4층과 12층은 상대적으로 화재의 영향이 적었다.

○ **발화** : 이 화재는 용접작업에서 떨어진 고온의 파편이 가연물을 발화시키면서 시작된 것으로 보고되었다. 시공자가 발화 방지 대책을 적용하고 난연재를 사용하였다면 이러한 방식으로 화재가 발생하는 것을 예방할 수 있었을 것이다.

○ **화재확산** : 건물 내에 마감작업이 진행 중이었으므로, 대부분의 층별 방화구획은 제 기능을 하지 못하였고 연기와 고온 가스가 건물 전체로 확산되었다.(연돌 효과)

임시 칸막이로 설치된 대나무 병풍은 가연성 물질이었다. 이 칸막이는 공실이었던 공간에서 화재에 추가적인 가연물로서 작용했을 뿐만 아니라 화재가 아랫방향으로 확산하여 지층과 1층에 도달하는 경로가 되었다.

○ **피난로** : 방화구획의 부실함으로 인해 피난로는 연기와 고온 가스로 가득 차게 되었고, 상층부의 인원들은 피난할 수가 없었다. 이로 인해 다수의 사망자가 상층부에서 발견된 것이다.

□ 배울점

건물이 완공되기 전이나 개보수할때는 건물의 수동적 및 능동적 화재예방시설이 영향을 받을 수 있다는 점을 고려해야 한다. 특히 방화구획을 훼손하거나 피난로에 지

장이 발생하지 않도록 엄격한 조치가 실시되어야 한다. 공사의 단계를 통제하고 각종 사항에 대한 허가제도를 운영하면서 시공업체에게 안전관련 사항을 계속해서 주지시켜야만 이러한 목표를 달성할 수 있다.

또한 공사 작업이 화재경보설비와 같은 능동적 화재예방시설에 미치는 영향을 고려해야 한다. 공사로 인해 건물 내에 지속적으로 경보의 오작동이 발생하는 경우, 실제 위험상황에서 경보가 울리더라도 오작동에 면역이 생긴 사람들이 반응하지 않을 가능성이 증가한다.

□ 사례 4 : CroMagnon Republica 클럽

- ▶ 위치 : Once District, Buenos Aires, Argentina
- ▶ 일시 : 2004년 12월 30일 11:00PM
- ▶ 건물구조 : 복합구조
- ▶ 사망자 : 194명
- ▶ 부상 : 726명

나이트클럽의 밴드가 연주하던 중 한 관객이 화염이 분출하는 것을 목격하였다. 그로부터 60초 이내에 건물이 짙은 흑색 연기로 채워지고 천장에서 연소 잔여물이 사람들에게 쏟아졌다. 관객들은 모두 패닉에 빠졌으며 출구로 앞다투어 몰리기 시작했다. 소화활동이 시작된 시점에는 이미 다수가 사망하였다.

○ **화재확산** : 이 사건에서는 내부 마감이 가연재로 이루어져 화재가 빠르게 성장하고 확산하였다. 천장에는 음향효과를 높이기 위해 나일론 재질의 가연성 물질이 추가적으로 부착되어 있었다. 이것은 화재의 진행을 가속시켰을 뿐 아니라 연소중인 상태에서 관객에게 쏟아져서 패닉을 가중시키고 부상을 유발하였다.

○ **피난로** : 피난과정에서는 여자 화장실쪽에 설치되었던 임시 탁아소가 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 일부 관객들이 피난하기 전에 탁아소에서 가족들을 데리러 갔을 것이기 때문이다. 또한, 탁아소에 머물던 친구나 가족을 구하기 위해 피난에 성공한 사람들이 건물내로 다시 들어갔을 수도 있다. 두가지 경우 모두 RSET를 증가시켜서 관객들에게 가혹한 결과를 초래하였다.

건물에 6개의 비상구가 있었지만, 그중 4개는 요금을 내지 않은 사람들의 출입을 방

지하기 위해 잠겨 있었던 것으로 보고되었다. 또한 클럽이 허가받은 수용인원을 초과하여 너무 많은 관객을 입장시켰던 사실도 보고되었다. 두 가지 요소 모두 피난에 문제로 작용하였으며 RSET를 증가시켰다.

□ 배울점

유형업소를 찾는 사람들에게 화재안전은 가장 간과되는 부분이다. 그러므로 유형업소의 직원들은 높은 수준의 화재안전조치를 유지하고 실행하여 발화원을 철저히 관리하고 비상구의 피난능력을 유지하고 피난경로를 유지하며, 피난시에는 질서 있게 피난하도록 조정해야 한다.

다수의 사람들, 고음, 점멸하는 섬광등, 끊임없는 주의이동, 무책임한 태도, 알코올의 섭취 등이 비상시에 재앙으로 이어질 수 있는 조건이 된다.

□ 종합 결론

여기에 소개한 사례들에 비추어 보면, 현대사회에서는 화재의 빠른 확산, 대량의 연기, 준비의 부족이 재앙의 근원적인 원인이다. 각 사례에서는 사전 계획과 조직화를 하지 않은 경우 ASET가 감소되는 것을 알 수 있으며, 인간의 행동은 예측 불가능한 측면이 있으므로 화재안전관리체계를 효율적으로 갖추는 것과 화재안전에 대한 경각심을 갖게 하는 것이 얼마나 중요한지를 보여준다.

또한, 건물에서 발생한 화재가 대형 참사로 발전하지 않도록 관할기관에서는 법규가 준수되는지를 지속적으로 확인하는 것이 중요하다.

많은 사건에서와 마찬가지로, 연기생성은 화재 성장과 사망자 규모에 핵심적으로 작용한다. 이것은 연기의 독성 뿐만아니라, 시야를 감소시켜 피난을 방해하고, 두꺼운 연기층이 복사열과 전도열을 발생시켜서 발화지점에서 떨어진 장소에서 이차 발화를 일으키기 때문이다.

사례에서는 연기의 생성을 감소시키고, 구획을 통해 연기의 확산과 이동을 막고, 수동적 화재예방요소와 연기배출설비를 갖추는 것이 중요함을 알 수 있다. 이러한 조치를 함으로서 화재 시 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

- ▶ 온도 감소
- ▶ 피난 시 시야 유지

- ▶ 피난을 방해하는 고온 연기층 감소
- ▶ 복사 또는 전도에 의한 이차 발화예방

국제 공통 방화공학이 존재하지만, 각국의 소방 환경이 다르다는 점에서 각 사례에서 시사점을 배우는 것이 어렵다는 이야기를 듣는다. 본문에서 다른 사례를 접하면 사람들은 '배웠다', '조치를 취한다'는 이야기를 하게 마련이다. 그러나, 다른 국가에서 다른 시간에 발생한 사건이라 하더라도, 여기에 소개된 사례들은 유사한 시사점을 보여주고 있다.

비록 지역이 달라서 다른 코드, 기준, 법규가 적용되었더라도 화재로 인해 인명 및 재산의 피해가 발생한다는 사실은 동일하다. 그러므로 정치적, 사회적, 경제적 차이는 잠시 접어두고 사례에서 배우는 점을 세계적으로 공유하여야 한다.

출처 : FIRE RISK MANAGEMENT(FEBRUARY 2010)

- Similar Solutions(Author : Andrew Brown)

번역 : 조사연구팀 안승일