

제226호

2013년 2월

# 위험관리정보

# 목 차

## □ 방재정보

- ✓ 고층건물의 화재 시 엘리베이터를 이용한 피난에 대해 / 1
- ✓ 새롭게 기술 개발된 옥내소화전설비에 관한 기술기준 / 11

## □ 방재뉴스

- ✓ 고층건축물 화재안전기준 제정(안) / 19

## □ 방재기술

- ✓ 소방안전관리자 선임 / 24

## □ 신착자료 목록 / 35

## □ 안 내

- ✓ 판매도서 안내 / 38

# 고층건물의 화재 시 엘리베이터를 이용한 피난에 대해

저자 : 関澤 愛  
(동경이과대학 대학원 국제화재과학 연구과 교수)

## 엘리베이터 이용 피난에 대한 동향

백화점과 사무실 건물 등에서 화재가 발생한 경우에 재실자들은 엘리베이터와 에스컬레이터를 사용하지 말고 계단을 통해 피난을 하라고 끊임없이 교육을 받는다. 실제, 일본은 물론이고 해외에서도 엘리베이터 내부 및 엘리베이터 승강장에 화재 시 엘리베이터를 이용하지 않도록 안내문이 있는 경우가 많다(사진 1).



하지만, 과거의 화재에서 보면, 특히 화재초기에 엘리베이터를 이용하여 피난을 한 경우가 적지 않은 것이 사실이다. 예를 들면, 1996년 10월 28일에 발생한 20층 건물인 히로시마 시 고층 아파트 화재의 경우, 화재발생 지점에서 가까운 부분에서 거주하던 사람들의 반 이상이 엘리베이터를 이용하여 피난을 하였다.

[사진 1] 엘리베이터 부착 문구(미국)

한편, 일본을 포함한 선진국들에서는 공통점이 있는데, 고령자의 전체 인구 내 비율이 최근 들어 급속하게 증가하고 있는 가운데, 고령자와 장애인 등 보행이 곤란한 사람들에 대한 일반 건물과 도시 공공시설의 이용(접근성 향상)이 개선되고 장애물이 없는 생활환경(Barrier Free)이 추진되고 있다. 이것은 일반 건물의 화재 등의 긴급 피난 시 계단 이용이 곤란한 사람들의 숫자가 매년 증가하고 있다는 것을 의미한다.

그런데 피난에 엘리베이터를 이용하고자 하는 잠재적인 요구가 예전부터 있어 왔으나, 이렇게 사회의 고령화와 장애물이 없는 생활환경이 진전됨에 따

라 근래 들어 서서히 현재적 요구로서 대두되기 시작하였다. 특히, 2001년 9월 11일 발생한 세계무역센터 건물의 항공기 충돌에 의한 붕괴 이후, 미국에서는 초고층 건물에서 발화층 근처의 일시적인 부분 피난뿐만 아니라, 원활한 전체의 피난 요구가 고조되고, 이러한 분위기에 편승하여 미국에서는 긴급시 엘리베이터의 피난 이용에 대한 요구가 높아지고 있다. 그것은 일본에서의 논의와 같이 휠체어 이용자 등 계단 이용 곤란자의 피난을 위해서 뿐만 아니라, 건강한 사람들도 포함하여 재실자의 신속한 전체 피난의 목적 달성을 위한 수단으로서 생각해볼 수 있다.

일본에서는 화재 시 건물 전체를 통과하는 승용 엘리베이터의 안전한 운전, 작동이 확실하게 보장되고 있지 않는 현 단계에서는 일반 재실자의 화재 시 엘리베이터 이용 피난은 원칙적으로 인정되지 않는다. 물론 지금보다 한층 인구 고령화가 진행되고 건물 고층화 및 대심도 지하 공간의 개발 이용에 수반하여, 가까운 미래에 화재 시 엘리베이터를 이용한 피난 가능성과 안전적 측면을 포함한 기술적 및 제도적 검토가 이루어질 것을 예상할 수 있다.

하지만, 화재 시에 엘리베이터를 이용한 피난의 문제는 인간의 생명 및 안전에 관계된 것인 이상, 규제 완화와 국제적인 경향과 같은 시류에 편승하여 의논할 것이 아니라 조금씩 여러 각도에서 냉정하게 검토를 해 나가야 할 것이다. 이러한 뜻에서 일본건축학회의 엘리베이터 이용 피난특별연구위원회에서의 검토는 피난계획, 열기, 연기제어, 운행관리제어의 여러 기술적 측면에서 순차적으로 연구를 진행하고 있어 그 의미가 크다.

필자는 엘리베이터를 이용한 피난시간을 계산하기 위해 엘리베이터 운용의 간이 모델을 개발하여 실제 초고층 빌딩을 대상으로 사례연구를 하고 엘리베이터 피난의 가능성과 과제에 대하여 검토하였다. 구체적으로는 화재 시 엘리베이터 운전의 운행 안전성이 별도로 확보되었다는 전제 하에, 예를 들어 고층건물에서 엘리베이터 피난과 계단피난 중 어느 쪽이 더 빨리 피난 완료를 하는 것인가를 알아보았다. 다르게 말하며, 엘리베이터 이용 피난의 재실자 운송 효율에 대해 비교해 보는 것이다.

이 글에서는 아직 충분히 검토가 진행되지 않은 고층건물의 피난과 엘리베이터 이용의 문제에 대하여 최근 해외동향과 필자의 연구에 대해 소개하겠다.

## 과거 고층건물 화재사례에서 엘리베이터 피난 문제

과거의 화재에서 보면, 피난에 엘리베이터를 이용한 케이스가 꽤 있지만, 1998년 발생한 미국 퍼스트 인터스테이트 은행 건물 화재(62층, 로스엔젤러스 시 소재)와 오사카의 고층주택화재(14층 건물)의 예를 들어 엘리베이터 피난의 문제를 알아보겠다(사진 2).

우선 퍼스트 인터스테이트 은행 건물 화재는 12층에서 발화하여 외부로의 분출 화염에 의해 상부 층으로 연소함에 따라 16층까지 5개 층이 연소되었다.

이 화재는 수직 구획이 확실히 되어 있었기 때문에 수직 중심부는 연소가 되지 않았지만 방연 구획이 되어 있지 않아 연기의 전파경로가 된 계단실에 스며든 연기에 의해 피난이 불가능하게 되었고,

많은 재실자들이 엘리베이터를 이용하게 되어 큰 이슈가 되었다. 실제 이 화재 시 엘리베이터로 피난한 재실자가 많았던 사실을 들어 “초고층 건물에서 피난수단으로서 엘리베이터 활용을 고려해야 하는 것이 아닌가에 대한 논의가 일부 나오기도 하였다. 그러나 이 논의는 그 타당성 자체를 우선 신중하게 숙고할 필요가 있는 것 이외에도 사람들에게 오해를 줄지 모를 우려가 있다는 의미에서도 복잡한 상황을 내포하고 있다.



[사진 2] 퍼스트 인터스테이트 은행건물 화재(LA, 미국, 1988년 5월 4일)

이 화재에서 피난자가 이용한 일반 승용 엘리베이터는 비상용 엘리베이터와는 다르게 방화·방연성능이 열약하고, 엘리베이터 승강기문 자체가 화재와 연기의 전파경로가 될 우려가 있다. 이날 엘리베이터를 이용해서 피난을 한 사람들은 우연한 행운을 가졌을 뿐이다. 왜냐하면, 발화층을 포함한 블록을 운행하는 엘리베이터는 대부분 발화층에서 정지해버릴 수 있고, 실제로 이 화재의 희생자 중 한명은 12층에서 정지한 엘리베이터 안에서 사망하였다. 또한 발화층 블록을 운행하지 않는 엘리베이터를 이용한 피난자 중에는 이

엘리베이터가 운행 중에 정지해버려, 조작 버튼과 다른 방향으로 동작해버리는 비정상적인 작동을 경험했다는 사람도 있었다.

다른 예는 오사카시 고층 주택화재로, 10층에서 화재가 발생하여 화재가 개구부로부터 분출된 화염에 의해 상층부로 연소하고, 14층까지 연소가 된 경우이다. 화재 발생 시 10층 이상에서는 26명이 주택 안에 있었고, 그 중에서 21명이 자력으로 피난을 하였고, 5명이 소방대에 의해 구조되었다. 자력피난자 21명 가운데 계단을 이용한 사람은 12명이며, 나머지 9명은 엘리베이터를 이용하여 피난을 하였다. 그러나 이 경우에는 엘리베이터 이용이 화재 직후에 있었으므로 정지하지 않고 위험을 면한 경우이다. 실제 그 후 언론 관계자가 화재현장에 진입하기 위해 엘리베이터에 올라갔는데, 올라가던 중 9층에서 정지하고 문도 열리지 않아 소방대에 의해 구출되었다.

위에서 기술한 두 가지의 화재에서는 우연히 필자가 엘리베이터 피난의 실태를 구체적으로 아는 경우이지만, 화재초기에 피난자가 엘리베이터를 이용한 예가 이렇게 자주 있다고 보기는 어렵다. 그렇지만 화재에 의해 열과 연기의 영향이 적은 화재 초기 시점에서 우연히 엘리베이터를 안전하게 이용할 수 있었다고 해도 화재시의 엘리베이터 피난 위험을 안다면 엘리베이터 피난의 유효성을 쉽게 말할 수 없다.

### 해외의 엘리베이터 피난에 대한 동향

유럽에서는 영국(잉글랜드 및 웨일즈)에서 1980년대 중반에 30미터를 넘는 신축 고층 건물의 소방대 전용 엘리베이터 설치를 의무화 하였고, 그 기술기준은 BS 5588 파트 5에 나와 있다. 그리고 얼마 안 있어, 이것은 유럽의 공통규격이 되어 현재는 EN 81-72 가 되었다.

그런데 유럽에서는 일반적으로 재실자는 비상시 피난할 때 계단을 이용하는 것이 당연하다고 여기지만 엘리베이터를 피난수단의 하나로 생각하기도 한다. 그러나 현재 유럽에서는 피난곤란자의 이용을 포함하여 피난용 엘리베이터의 기술기준과 설치 필요를 규정한 법규는 없는 상태이다.

그렇지만 영국의 BS 5588-8에서는 현재 피난곤란자의 이용을 포함하여 비상

엘리베이터의 피난수단으로서의 가이드를 제공하고 있다. 일반적으로 말하자면 BS 5588-8에 나타나 있는 피난용 엘리베이터의 요구 성능기준은 엘리베이터의 운행, 정보연락장치 등을 제외하면, 기본적으로 소방대 전용 엘리베이터와 공통점이 많고, 또한 이 목적의 피난용으로서 소방대 전용 엘리베이터를 이용하는 것을 인정한다. 다만, 일반 재실자에 의한 이용(self evacuation)은 인정되지 않는다.

미국에서는 2001년의 세계무역 센터의 붕괴사고를 경험한 후 소방대 전용 엘리베이터와 피난용 엘리베이터의 검토가 활발해졌다. 이 사고에 대한 정부 조사 보고를 작성한 NIST(미국표준기술연구소)의 결론 중 하나는 초고층 건물에서 원활한 전체 피난의 필요성이 있고, 이를 위해 계단 피난만으로는 불충분하다는 인식이었다.

NIST는 엘리베이터 기술기준을 작성한 ASME(미국기계공학회)와 협동으로 2004년에 애틀랜타에서 워크숍을 개최하고 소방대 전용 엘리베이터를 재실자 피난용 엘리베이터의 화재 시 안전성과 유효성에 대해 검토를 수행하였다. 실제 이 역사적인 회합에 필자는 참가하였고, 다음 장에서 비상용 엘리베이터를 피난에 이용한 경우의 유효성과 한계에 대해 이야기할 것이다.

이 워크숍에서 의견일치를 본 내용은 화재감지 작동으로 인한 화재관제 모드(1단계)가 시작되기 전의 시간대에서는 엘리베이터를 이용한 피난의 가능성이 있다는 인식이 발단이 되어, ASME에서는 소방대 전용 엘리베이터와 재실자 피난용 엘리베이터 각각에 관한 테스트 그룹을 조직하여 성능요구 및 기술기준의 검토를 수행하였다. 이러한 노력의 결과가 반영되어 미국의 건축기준에는 소방대 전용 엘리베이터와 재실자 피난용 엘리베이터에 관한 기술이 추가되게 되었다.

미국에서 광범위하게 보급 및 채택되고 있는 건축기준인 ICC<sup>1)</sup>의 IBC<sup>2)</sup>, 그리고 NFPA 101(인명안전기준) 및 NFPA 5000<sup>3)</sup>에는 2009년 판부터 소방대 전용 엘리베이터(Fire Service Elevator)의 기술기준과 설치기준이 각각 정해져,

- 
- 1) 易者註 :International Code Council의 약자로서, 미국의 건축코드 개발기관들이 연합하여 만든 기관이다.
  - 2) 易者註 :International Building Code의 약자이며, 한국의 건축법규에 해당하는 규정으로 ICC가 제정하고 미국 거의 모든 주에서 이것을 채택 또는 일부 수정하여 채택하고 있다.
  - 3) 易者註 : NFPA의 모델 건축기준으로, IBC 코드와 유사한 성격의 건축기준이나 채택하고 있는 주는 거의 없다.



120 피트(약 37 미터)를 초과하는 신규 건축물에는 의무적으로 설치하도록 하였다. 또한 이보다 먼저 샌프란시스코 시에서는 건축기준을 2008년에 건축기준을 개정하여 200피트(61미터)를 초과하는 신규 건축물에서는 소방대 전용 엘리베이터의 설치를 의무화하기로 결정하였다.

ICC의 IBC 건축기준은 기준 본문 중(2009 IBC, section 3008)에, NFPA 101 및 NFPA 5000에는 기준의 본문에는 없고, 그 부록에 자발적으로 설치한 경우의 재실자용 피난 엘리베이터(Occupant Use Elevator)의 성능 요구기준을 정하고 있지만, 어떠한 용도의 어느 높이 이상의 건물에 설치가 필요한지에 대해서는 설치기준을 어느 규정에서도 규정 되어 있지 않다. 즉, 피난용 엘리베이터의 장치 설계시 상세한 기술기준은 ASME A17.1/CSA B44에 따라 하도록 되어 있다. 다만, ICC의 IBC 건축기준에는 420피트(128미터) 이상의 신축 고층 건물은 3개의 피난계단을 설치하도록 되어 있지만 그 중 1개는 재실자 피난용 엘리베이터로 대체하는 것이 가능하도록 완화규정을 두고 있어, 미국의 신축 고층 건물에서는 앞으로 재실자용 피난 엘리베이터의 설치가 증가 될 가능성이 있다.

예를 들면 뉴욕시 세계무역센터 자리에 새로 2013년에 완성 예정인 원월드 트레이드 센터(당초 프리덤 타워로 호명되다가 2009년에 개칭: 541미터)와 아랍 에미리트 연합의 두바이의 세계 최고층 건물인 부르즈 칼리프 타워(160층, 첨탑을 포함하면 전체 828미터), 그리고 중국 상하이 시의 상하이 환구금융센터(높이 492미터) 등에는 재실자용 피난엘리베이터가 설치되었다.

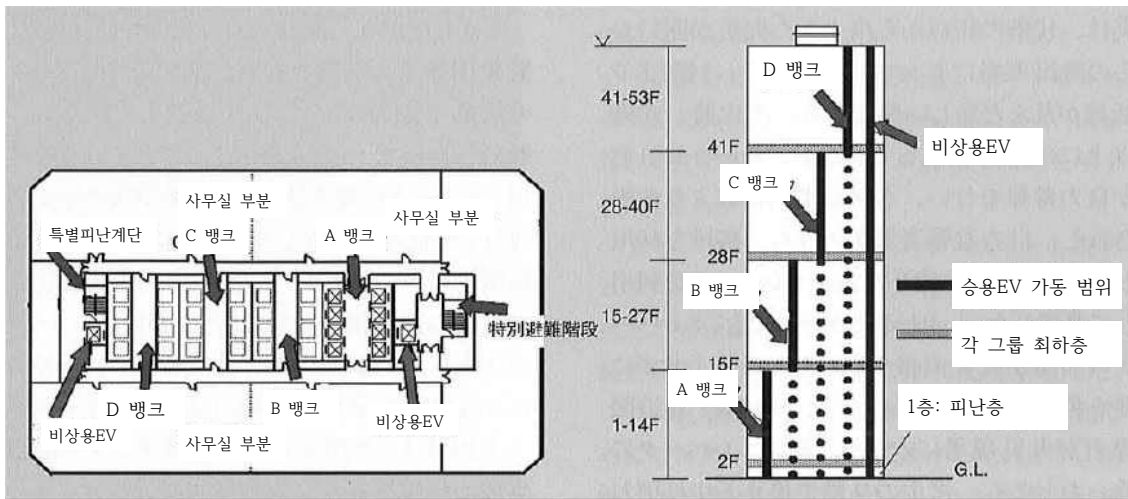
### 엘리베이터 피난 효율성에 관한 검토

필자는 엘리베이터에 피난시간을 계산하는 간단한 엘리베이터 운행 모델을 개발하여, 이것을 이용하여 피난 시 엘리베이터 이용의 실현 가능성과 과제에 관하여 검토를 하였다. 이를 위해 실재하는 전형적인 초고층 오피스 건물을 대상으로 사례연구를 실시해 보았다.

이 건물의 기준층 평면도와 입면도를 그림 1에서 보여주고 있다. 실제 건물에서는 사무실 이외에 몇 개 층에는 레스토랑이나 병원으로 사용되지만 이 사례연구에서는 전체 층이 사무실 공간으로 사용된다고 가정하였다. 센터 코

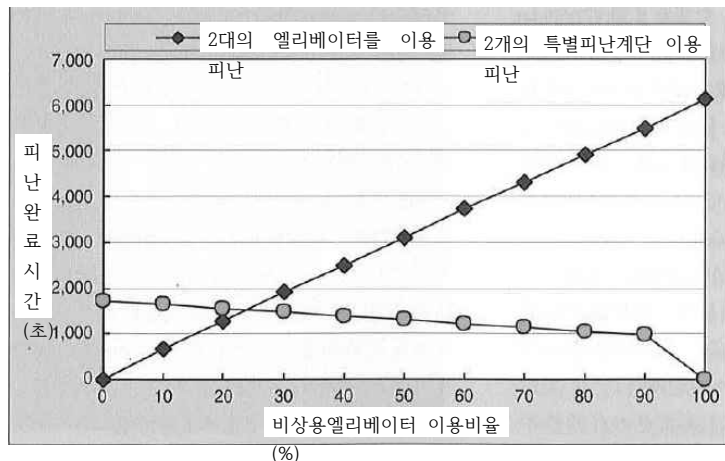


어 내에서는 저층 부분(A-bank: 1F-14F), 중저층 부분(B-bank: 15F-27F), 중 고층 부분(C-bank: 28F-40F), 고층부분(D-bank: 41F-53F)으로 구분 하였다. 4 개 블록에 대응하는 엘리베이터 뱅크가 있다. 각 뱅크에는 8대의 상용 엘리베이터가 있고, 총 32대의 상용 엘리베이터가 있다. 또한 화재 및 연기에 견디는 비상용 엘리베이터 2대는 센터코어의 동쪽과 서쪽의 양 단에 설치되어 있고, 근접한 2개의 특별피난계단과 부속실을 공유하고 있다.



[그림 1] 사례연구 대상 건물의 기준층 평면도 및 입면도

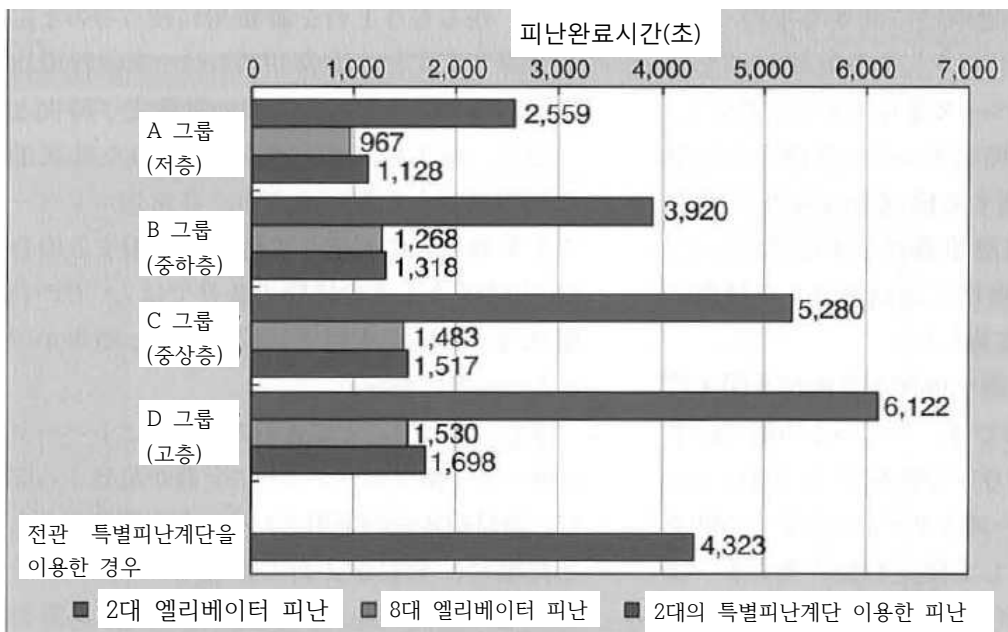
사례연구에서는, 화재 시 우선 2대의 비상용 엘리베이터와 2개의 특별피난계단을 피난수단으로써 사용한다고 가정하고, 비상용 엘리베이터의 피난 시 이용 비율별로 엘리베이터 피난과 계단피난의 피난완료시간과의 비교를 해 보았다. 즉 화재는 고층부분(D-bank: 41F-53F)에서 발생하였다고 가정하고, 고층 부분의 재실자만을 피난계산 대상으로 삼았다. 그 결과 그림 2에서 보는 것처럼 비상용 엘리베이터의 이용 비율이 약 25%까지는 엘리베이터 피난에 의한 경우가 계단피난보다 빠르지만, 25%를 초과하면 엘리베이터 피난



[그림 2] 비상용 엘리베이터 이용 피난과 특별피난계단 이용 피난과의 비교

에 의한 피난시간(엘리베이터 승강기에 탑승할 때까지 기다리는 시간)이 급속히 증가하였다. 즉, 이 계산에서는 비상용 엘리베이터를 2대나 피난을 위해 사용한다는 전제였지만 보다 현실적으로 적어도 1대는 소방대 활동 전용으로 남겨놓을 필요가 있기 때문에 남은 1대를 피난용으로 계산해보면, 비상용 엘리베이터의 이용비율이 8.2% 일 때에 계단피난의 피난완료시간과 동일하게 되어, 양쪽의 균형이 맞아 효과적인 이용비율이 된다. 다시말해, 비상용 엘리베이터를 소수의 사람으로 한정해서 피난에 이용하는 경우는(최소한 이 건물의 조건에서는) 그 이용 비율을 8% 정도 이하로 억제하지 않으면 효과가 나타나지 않게 된다.

또한 뱅크마다 8대가 있는 승용 엘리베이터의 서비스 층 블록마다 전원이 피난할 때에 전원이 8대의 승용 엘리베이터를 이용한다고 할 경우, 전원이 2대의 비상용 엘리베이터를 이용하는 경우, 또한 전원이 2개의 특별피난계단을 사용하는 경우 등 3가지에서 피난완료시간에 얼마만큼의 차이가 나는지 계산한 결과가 그림 3에 있다.



[그림 3] 엘리베이터 피난과 피난계단 이용 시 피난시간(화재가 각 그룹층 중에서 최하층에서 발생했다는 가정 하에 각 그룹별 비교 자료)

그림으로부터 알 수 있듯이 필자의 시뮬레이션에 의하면, 어느 엘리베이터 뱅크 블록에서도 전원이 8대의 승용 엘리베이터를 이용한 경우와 전원이 2대의 특별피난계단을 이용한 경우는 거의 같은 피난완료시간이라는 것을 알

왔다. 만약 이것을 전원이 2대의 비상용 엘리베이터를 이용한 경우의 피난시간과 비교해보면 2대의 특별피난계단을 이용한 쪽이 비상용 엘리베이터 피난시간의 단 28%(고층 계단 : D 뱅크 서비스 층)에서 44%(저층계단: A 블록 서비스 층)만이 걸리는 것을 알 수 있다. 결국 고층부에서는 상대적으로 계단 피난 쪽이 빠르게 된다. 물론 엘리베이터 피난은 승강기에 일단 타고 난 후 피난층에 도착하는 시간은 빠르지만 한 번에 실을 수 있는 사람의 숫자가 한정되기 때문에 기다리는 시간을 고려한다면 반드시 빠른 피난 수단이라고 확실히 말할 수는 없다.

다시 한 번 말한다면, 특별피난계단을 이용하는 피난은 사람의 발을 사용하여 전기와 기계를 사용하지 않는 방법으로 승용 엘리베이터를 이용한 피난보다 더욱 신뢰성이 높은 안전한 수단이라는 것이 확실하다. 피난 시 계단을 이용하는 것이 곤란한 사람들은 제외한다면, 일반적으로 건강한 보통 사람들은 불과 연기로부터 보호되는 특별피난계단을 이용한 피난이 추천된다.

필자의 결론으로는 엘리베이터 이용자를 휠체어 이용자와 고령자, 임산부 등의 계단 보행이 곤란한 소수의 재실자로 한정한다면, 이러한 피난 곤란자로서는 엘리베이터를 이용한 피난이 아주 효과적이지만 건강한 사람들의 경우에도 많은 케이스에서 계단에 의한 피난 방법이 오히려 효과적이라고 할 수 있다. 하지만 피난곤란자의 엘리베이터 이용 피난을 효과적으로 하기 위해서는 이러한 엘리베이터 피난을 소수에 한정시키는 것이 필요하다고 할 수 있다.

### 피난 곤란자에 의한 엘리베이터 이용피난의 가능성

이상에서 서술한 바와 같이 긴급 시에 계단을 이용할 수 없는 피난 곤란자에 의한 화재 시 엘리베이터 이용 피난(일본에서 현실적인 이용 가능성이 있는 비상용 엘리베이터를 대상으로 한다.)의 가능성을 생각해보면 다음과 같은 원칙을 고려할 필요가 있다고 여겨진다.

- (1) 일본 국내의 현존하는 고층건물에서는 일반적인 건강한 사람들은 지금처럼 피난계단(특별피난계단) 이용을 원칙으로 해야 한다. 왜냐하면 건강한 사람의 경우 계단을 이용하는 것이 기다리는 시간이 적고 좀 더 빨리 피난을 할 수 있기 때문이다.

- (2) 효과적으로 엘리베이터를 이용한 피난을 빠르게 하려면, 그 이용자 수를 제한할 필요가 있고, 피난 곤란자로 이용을 한정하는 것이다.
- (3) 비상용 엘리베이터의 피난 이용에 대해서는 소방대의 소방활동의 목적과 중복되는 것을 피해야 한다. 그것을 위해서는 비상용 엘리베이터의 피난 이용은 소방대 도착까지의 시간대에 건물 관리요원들의 인도 하에 하는 것으로 한정해야 한다. 소방대 도착 이후에는 소방활동에 지장이 없는 범위에서 소방대원 보호 하에 피난 및 구출시 이용에 한정해야 한다.



[그림 4] (좌)비상용 엘리베이터와 특별피난계단, (우) 비상용 엘리베이터의 주의문구

참고문헌

1. 화재 시 및 비상시의 엘리베이터 이용에 관한 워크숍 참가 보고서, 화재, vol 54 No.3, 일본화재학회, 2004
2. 일본건축학회 엘리베이터이용피난특별연구회: 엘리베이터를 피난 가능성, 심포지엄 자료, 일본건축학회, 2005
3. A. Sekizawa, S. Nakayama, M. Ebihara, H. Notake, Y. Ikehata :Study on Feasibility of Evacuation by Elevators in a High-rise Building, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Symposium on Human Behaviour in Fire 2001, pp.65-76 , Interscience Communications Ltd.,2001.
- 4) 로스엔젤러스 시 초고층 빌딩 화재에 대한 조사연구보고(화재 vol 38. NO. 4, pp 6-15, 일본화재학회, 1988)

출처 : 웨스크(2012년 10월호)  
번역 : 조사연구팀 유희정 과장