

01

건축물 화재 시 피난과 소방 활동을 위한 승강기의 사용

건축물들의 고층화가 진행되면서 화재 시 불가능한 이동수단으로 인식되어 왔던 승강기를 적절하고 유용한 피난수단으로 사용해야 할 필요성이 증가되고 있다. 승강기 피난에 요구되는 사항 및 설계 시 고려할 점들을 살펴봄으로써 안전하고 신속한 화재 피난대책을 수립해 보자.



글 | 김운형 경민대학 소방안전관리과 교수

1. 머리말

기원전 200년경 아르키메데스는 밧줄과 도르래를 이용하여 최초로 승강기(Elevator)를 고안하였고 현대적인 형태의 승강기는 1854년 Elisha G. Otis에 의한 자동식 안전정지 장치가 개발되면서 시작되었다. 이후 승강기의 발전에 따라 6층 이하로 제한되었던 건축물의 높이는 급속히 증가되었다.

승강기는 수송능력이 높고 편리한 운송수단이지만 여러 화재사건들의 교훈에 의하여, 화재 시에는 사용이 불가능한 이동수단으로 인식되었다. 그러나 최근 초고층 건축물과 심층 지하공간 등이 등장하고, 장애인을 위한 피난수단 확보가 제도적으로 요구되면서 각국에서는 승강기를 이용한 피난이 검토되기 시작하였다. 이러한 배경에서 본 글에서는 승강기를 피난 수단으로 사용하는 경우 요구되는 사항 및 설계 시 고려해야 할 점에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 피난수단으로서 승강기의 문제점



화재 시 승강기를 이용한 피난을 금지한 이유는 우선 화재 시 집중되는 대피자 때문이다. 화재와 같은 긴급한 상황에서 사람들은 본능적으로 각자 현재 위치까지 이동한 경로를 따라 피난을 시도하게 된다. 따라서 많은 사람들이 승강기로 집중되고 계속 진입하는 사람들로 문의 폐쇄가 불가능해져 동작이 거의 중단되다시피 하게 된다. 이러한 문제점은 승강기 대기시간과 이에 따른 피난시간을 증가시켜 승강기 이용자가 화재위험에 노출되는 원인이 되었다.

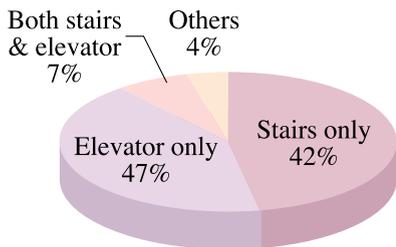
또한 승강기의 안전장치들이 보완되기 이전에는 승강기의 과도한 하중으로 인해 카(Car)에 연결된 로프가 끊어져 추락, 탑승인원이 사망하는 사고도 발생하였다.

두 번째로는 승강기의 기능 이상의 문제이다. 화재 발생 시 건물 내부의 전원공급이 중단되거나 동력공급원이 열로 인하여 손상될 경우 승강기도 동시에 정지되면서 대피자를 가두게 되는 결과를 가져오게 된다. 또한 승강기의 샤프트(Shaft)는 건물 내부의 주된 연기이동 경로이며 이를 통한 연기와 열의 이동은 급격한 화재확대를 발생시키기도 한다.

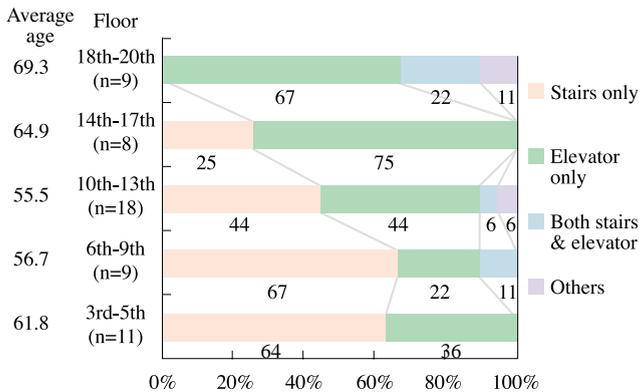


1989년 8월 일본에서 발생한 29층 고층 아파트 화재의 경우, 분석대상 123명 중에서 29명(23.6%)의 인원이 승강기로 피난을 수행하였으며, 승강기를 기다리다 연기가 심해져 포기한 경우도 4명이나 있었다. 1996년 10월 일본 히로시마에서 발생한 20층 고층 아파트 화재에서도 대피자의 47%가 승강기를, 42%가 계단을, 7%는 이 두 가지 모두를 사용한 것으로 나타났다.

이 두 사례를 분석해보면 이용객 대부분은 안전 수칙을 알고 있지만, '아직은 괜찮겠지' 라는 생각 내지 자신도 모르는 사이에 승강기를 사용하였으며, 특히 평소 계단 사용이 거의 없는 고층 거주자들은 대부분 승강기를 사용하여 피난한 것으로 나타나고 있다.



■ 그림 2. 화재 시 선택된 피난수단



■ 그림 3. 각 층별로 선택된 피난수단

5. 피난용 승강기에 대한 일반적인 요구사항

가. 소방대를 위한 요구사항

소방대 활동이든지 피난을 위한 것이든지 승강기가 화재 시 사용되기 위해서는 몇 가지 안전성과 신뢰성이 보장되어야 한다. 우선 연기의 침입을 방지하기 위한 기압 및 일정 내화시간을 방연 승강기 샤프트의 내부에 설치한다.

미국의 경우 각 층에는 2시간 내화(건물 전체 스프링클러 설치 시 1시간) 및 기압되는 승강장이 요구된다. 사실 승강장은 미약한 압력차에도 승강기 문이 고장날 수 있으므로 안전한 작동을 위하여 매우 중요하다. 따라서 샤프트와 승강장을 동시에 기압하여 문에 최소한의 차압을 유지하는 제연시스템이 필요하다. 승강장은 방재센터와의 쌍방 통신시스템을 설치하여 승강장의 사람들이 곧 이어지는 구조상황을 알 수 있도록 한다. 주 전원외 차단된 경우 승강기 운전을 위한 비상전원 역시 필수적이며 수손방지 대책이 필요하다.

나. 장애자를 위한 피난용 승강기의 요구사항

고층 건축물에서 정상인이 아닌 자력 피난이 곤란한 장애인에 대한 대책은 지속적으로 요구되고 있다. 미국 World Trade Center 폭발사건의 경우, 휠체어를 탄 장애인이 70층에서 피난을 완료하는 데 무려 9시간 이상 소요되었다. 이러한 상황은 병원과 양로원 같은 복지시설에도 예상되는 문제점이다.



장애인들은 피난 시 승강기에 절대 의존할 수 밖에 없으므로 화재로부터 보호받을 수 있는 충분한 임시 대기 장소가 마련되어야 하며, 건축적으로는 승강기까지의 접근성을 용이하게 할 수 있도록, 계단과 장애물들을 제거하는 대책들이 요구된다.

다. 거주자 대피를 위한 승강기의 요구사항

승강기는 화재 시 작동을 중지하며 사람들은 승강기 사용을 금지하도록 하고 있다. 하지만 승강기의 사용은 전체 피난시간을 단축시켜 화재에 대한 안전성을 높일 수 있으므로, 이에 대한 사용은 신중히 고려되어야 할 필요가 있다. 거주자의 대피를 위한 승강기 사용 시 문제점은 다수의 인원이 몰리는 상황을 해결해야 한다는 것이다. 승강기는 수용인원을 초과하는 중량이 되면 작동하지 않도록 되어 있다. 각 층마다 안전요원이나 소방관이 통제하지 않는 상황에서 승강기의 수용인원은 초과할 가능성이 높다. 이에 대한 하나의 대안은 승강장의 수용인원을 제한하여 초과하는 인원은 계단으로 유입시키는 방법이며, 또 다른 방법은 발화층 우선의 피난을 하도록 단계별 지도를 하는 것이다. 단, 이런 상황에서 장애자는 소방관의 보호아래 지정된 승강기를 이용해야 한다.



라. 비상용 승강기의 요구사항

고층건물에서 비상용과 승용 승강기가 공용의 승강장을 사용하고 있다면 피난을 위해 대기하는 거주자로 인해 소화활동에 방해가 될 수 있으므로 대책이 필요하다. 피난대상의 우선순위도 검토한다. 통상 피난 시 화재층과 주변의 몇 개 층이 우선적 피난대상이 되고 상부층의 일부가 그 다음 순서가 되지만 만일 장애자가 다른 층의 승강장에 진입한 경우에는 어느 시점에서 구조할 것인가? 이러한 지연은 다른 층의 사람들이 승강기를 기다리기 보다는 계단을 이용하는 계기가 될 수 있다. 화재층 상부 사람들은 특정위치까지는 계단을 이용한 후 승강기로 갈아타지만 화재층 하부 사람들은 계속 계단을 이용해야 하는가? 이를 위하여 가장 효과적인 운영절차에 대한 피난시물레이션과 더불어 안전하고 신뢰성 있는 승강기 시스템 운영을 위한 산학공동 연구가 필요하다.

마. 수손 방지에 관한 문제

화재 시 스프링클러와 소화전의 방수로 인한 승강기의 전기적, 기계적, 전자적 구성요소의 수손방지 대책은 매우 중요하다. 승강기 샤프트의 수손방지를 위하여 승강기 시스템 구성 요소마다 내수성을 확보하거나, 샤프트로 물이 침투하지 못하도록 승강기 문에서부터 바닥의 경사를 두거나 배수구를 설치할 필요가 있다.

바. 비상대응 계획의 수립 및 교육훈련 수행

고층 건축물의 안전과 관련된 사람들은 비상대응 계획을 수립하고, 이에 의한 교육훈련을 수행하여야 한다. 여기서 피난계획 수립 시 승강기의 사용계획을 수립하고 이에 대한 사항을 건물 입주자들에게 교육훈련을 통해 설명하고, 정보를 쉽게 취득할 수 있도록

록 문서화하여 배포하는 등의 조치를 수행하여야 한다. 또한 비상대응요원은 단계별 피난을 유도하거나 거주자의 일부를 승강기로 대피시키는 경우에 소방관이 현장에 도착하기 이전까지 피난을 통제해야 하므로 이에 대한 계획을 숙지해야 한다.

6. 피난용 승강기 설계 시 고려사항

미국 NIST의 연구결과에 따르면 고층건물에서 승강기를 이용한 피난시간은 계산보다 약 40% 단축된다고 지적하고 있다. 안전한 승강기 피난을 위하여 설계 시 고려할 사항들은 다음과 같다.

가. 스프링클러 시스템 설치

스프링클러 설비는 가장 신뢰성이 높고 소화성능 및 제연효과가 기대되는 설비로서 승강기 기계실과 샤프트(Shaft) 하부에는 반드시 스프링클러 설비가 필요하다. 승객용 샤프트는 제외하더라도 화물용 승강기의 샤프트에는 살수설비가 요구된다.

나. 가압시스템

고층건물에서는 연돌효과의 영향으로 승강기 샤프트는 보통 바닥에서 압력이 낮게 된다. 화재가 발생하면 열과 연기는 승강기 샤프트를 따라 상승하려고 한다.

미국의 NFPA 92에 따르면 승강기 샤프트를 약 12Pa 정도 가압하면 열과 연기의 침입을 방지할 수 있다. 승강기 샤프트와 주변부분은 반드시 기밀성을 확보해야만 연기유입을 차단할 수 있는 차압이 유지된다. 무더운 여름철이나 추운 겨울철에 샤프트나 승강기 문을 개폐하는 경우 작동 모터의 부하가 경감되어 유지관리비가 절감되는 효과도 있다.

다. 승강장의 방화구획

모든 층의 승강장은 최소 2시간 이상의 방화구획을 하며 방화문은 최소 1.5시간 내화시간을 확보한다. 평상시 개방되어 있는 문은 건물 내부의 모든 화재경보와 동시에 자동적으로 폐쇄한다. 화물용 승강기와 승용 승강기는 동일한 구획장소에 설치하지 않는다. 승강장의 방화구획은 승강기를 기다리는 대피자에게 안전구획을 제공하기 위함이다. 만일 해당 층이 스프링클러가 설치되어 있거나 화재하중이 한정되었다면 승강장의 방화구획은 생략될 수도 있다.

라. 승강장의 가압

모든 층의 승강장은 주변공간과 최소 12Pa의 차압을 유지하여 연기로부터 승강기를 기다리는 대피자를 보호한다. 승강기 샤프트의 가압과 함께 병행하는 경우, 문에 밀봉재를 설치할 필요가 없으며 승강장에 대기하고 있는 사람들에게 신선한 공기를 공급할 수 있는 이점이 기대된다.

마. 급기가압용 공기 유입구 위치

승강기 샤프트와 승강장의 급기가압을 위한 공기 유입구의 위치는 가능한 한 연기에 영향을 받지 않는 곳에 설치한다. 지붕이나 상부층에 위치한 경우 화재로 인한 연기의 상승기류로 인하여 문제가 될 수 있다. 연기 감지기로 유입구를 보호하는 것 역시 추운 겨울에는 신뢰성이 떨어지게 된다.

따라서 건물에서 멀리 설치하는 것이 현실적으로 불가능하다면 가능한 한 낮은 위치에 설치하도록 한다. 불가피하게 지붕에 설치한다면 상시풍의 방향을 고려하고 바람의 방향과 반대방향 두 면에 유입구를 설치하여 화재 시 연기에 영향이 없는 면의 유입구를 작동시키는 장치를 마련한다.



바. 모든 승강장에 연감지기 설치

화재 시 승강기 피난이 계획되어 있다면 승강장에는 연감지기를 설치하여 연기로 오염된 층의 승강장에 승강기가 정지하지 않도록 한다.

사. 수손방지를 위한 승강기 시스템

물로 인한 피해는 승강기의 안전과 신뢰성에 역효과가 예상되므로 승강기는 일정 수준의 내수성이 요구되는데 각종 제어 및 전기장치가 작은 수분에도 안전에 부정적인 영향을 줄 수 있으므로 주의한다. 특히 화재 시 스프링클러나 소화전과 같은 설비의 사용 시 소화용수 유입에 대한 우려도 높다. 케이블은 물의 사용이 예상되는 곳에 사용하는 옥외형을 선택한다. 승강 차(Car)는 승강기 문에서 떨어지는 물을 차단할 수 있도록 설계하고 천장부는 물이 고이지 않도록 하며 마감재 연결부부분이나 조명 팬, 비상구 등을 통하여 물이 스며들지 못하게 밀봉한다. 승강장에 설치된 스프링클러 설비는 일

정온도 이하로 냉각되면 즉시 작동을 멈추는 것을 사용한다. 또한 승강장의 바닥은 배수가 되도록 승강기 샤프트로부터 물매를 잡는다.

아. 전원차단 시 승강기의 복귀조치

피난용 승강기는 전원이 차단되면 즉시 지정된 층으로 복귀하도록 한다. 정전으로 인하여 화재 시 대피자가 승강기 안에 갇히는 일이 없도록 조치한다. 이 경우 비상발전기를 사용하지 말고 축전지 설비를 고려한다. 화재 시 정전사태는 예상되는 상황이므로 이에 따른 대책이 필요하다.

자. 비상발전기의 사용

모든 피난용 승강기는 각각 지정된 비상발전기로 운행될 수 있도록 한다. 비상발전기는 최소 6시간의 총 비상전원 부하용량을 확보한다. 하나의 승강기군이 작동하지 못하는 상황에서도 다른 승강기군의 지속적 운행이 가능하게 해야 한다.

차. 모든 승강장에서의 비상계단 진입

피난용 승강기의 작동이 불가능한 상황을 고려하여 승강장에서 대기하고 있는 상부층의 사람들은 급기 가압되는 비상계단으로 직접 진입이 가능해야 한다. 승강장의 대피자는 화재가 발생한 장소를 지나지 않고 직접 비상계단으로 진입해야 한다. 비상계단은 승강장에서 안전하게 진입될 수 있어야 한다.

카. 쌍방향통신설비

승강기 안의 대피자는 방재실과 직접 음성통신이 가능해야 한다. 승강기 작동에 이상이 발생하면 방재실의 운전요원과 통신이 되어야 한다. 또한 승강장에



서도 통신설비를 갖추어 대피자가 직면하는 문제점을 즉시 방재실에 통보할 수 있도록 한다.

타. 승강기 운행지침 마련

화재 시 승강기 운행의 원칙과 순서를 마련한다. 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 화재층의 대피가 최우선이다.
- (2) 화재층을 운행하는 승강기가 먼저 운행한다.
- (3) 각 층마다 모든 대피자를 3분 이내 피난시키도록 승강기를 확보한다.
- (4) 승강기군이 15층으로 제한된 경우, 45분 이내에 전체 피난을 완료한다.
- (5) 화재층의 상부층은 화재층에 이어 즉시 피난한다.
- (6) 그 외 상부층은 단계적으로 피난한다.
- (7) 화재층 상부에 있지만 화재층을 운행하지 않는 승강기군(EV. Bank)은 승강기군 중 제일 나중

에 운행하며 상부층부터 단계적으로 피난한다.

- (8) 대기자의 수를 예측하는 센서를 설치하는 것이 바람직하다.
- (9) 모든 층에서 모든 승강기의 감시가 가능한 모니터 설치가 바람직하다.
- (10) 승강기 호출 장치는 작동할 수 없도록 한다.
- (11) 승강기 내부의 운행 층 선택버튼은 작동할 수 없도록 한다.

위에 열거한 요소들을 기준으로 특히 고층 건축물과 심층부 지하 공간에서의 화재 시 승강기를 이용한 피난대책은 설계단계 시 충분히 고려되어야 한다. 안전하고 신속한 승강기 피난을 위하여 승강기의 성능, 운행 조건, 대피자의 피난행태, 비상대응 체계 등에 대한 연구들이 공학적, 제도적으로 뒷받침되어야 할 시점에 있다. (☞)

참고문헌

1. Elevator design for the 21st century: Design criteria for elevators when used as the primary means of evacuation during fire emergencies, ELMER F. CHAPMAN, J.APPLIED FIRE SCIENCE, Vol 1(4) 339-347, 1990-1
2. 전화통화, 2005년 10월, 김철재 이사, ISO 승강기분야한국대표, (주) 리프트텍 코리아
3. Workshop on Elevator Use During Fires, NISTIR 4993, 1993
4. Protected Elevators for Egress and Access During Fires in Tall Buildings, R.W. Bukowski, Proceedings of the CIB-CTBUH Int. Conference on Tall Buildings, 20-23 Oct. 2003
5. Study on Feasibility of Evacuation by Elevators in a High-Rise Building, Ai Sekizawa, Proceedings of the 4th Asia-Oceania Symposium on Fire Safety and Technology, 24-26 May, 2000
6. 피난설비로서의 엘리베이터 위험관리정보 제 75호 한국화재보험협회
7. ISO/TR 16765, Comparison of worldwide safety standards on lifts for fire fighters, 2003