

## 고층건물에서의 엘리베이터를 이용한 피난

박두원, 김종훈, 노삼규, 김운형\*  
 광운대학교 건축공학과, 경민대학 소방안전관리과\*

### A Feasibility of Elevator Evacuation in High-Rise Building

Doo-Won Park, Jong-Hoon Kim, Sam-Kew Roh, Woon-Hyung Kim\*  
 Kwangwoon University, Kyungmin College\*

#### 1. 서론

기원전 200년 경 아르키메데스는 밧줄과 도르래를 이용하여 최초로 승강기(Elevator)를 고안하였으며 1854년 Elisha G. Otis에 의한 자동식 안전정지장치가 개발되면서 현대적인 형태의 승강기가 보급되기 시작하였다. 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, 거동이 불편한 사람들을 위한 피난수단 확보가 제도적으로 요구되면서 각국에서는 승강기를 이용한 피난이 적극적으로 검토되기 시작하였다. 본 연구는 화재 시 승강기를 피난 수단으로 사용하기 위하여 요구되는 사항 및 설계 시 고려해야 할 점에 대하여 살펴보고자 한다.

#### 2. 피난 수단으로서 문제점과 필요성

화재 시 승강기를 이용한 피난을 금지한 이유는 우선 화재 시 집중되는 대피자 때문이다. 화재와 같은 긴급한 상황에서 사람들은 본능적으로 각자 현재위치까지 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 대기 시간과 이에 따른 피난시간을 증가시켜 승강기이용자가 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. 화재발생 시 건물 내부의 전원공급이 중단되거나 동력공급원이 열로 인하여 손상될 경우 승강기도 동시에 정지되면서 대피자를 가두게 되는 결과를 가져오게 된다. 또한 승강기의 샤프트(Shaft)는 건물내부의 주

된 연기이동 경로이며 이를 통한 연기와 열의 이동은 급격한 화재확대를 발생시키기도 한다. 그러므로 대피자가 이동 중이거나, 혹은 정지된 상황에서 다량의 연기가 승강기 샤프트로 유입되면 이 통로내부의 피난인은 생존할 확률이 낮아지게 된다. 한편, 열로 인한 오작동으로 화재 층으로 승강기가 이동하거나 문의 작동이 불가능해지고, 샤프트 안으로 유입된 물로 인하여 안전장치들이 작동을 하지 못하게 되는 기능상의 이상들이 발생할 수 있다. 위에서 서술한 여러 가지 이유로 승강기 사용을 금지시켜왔지만, 건축물의 고층화가 진행되면서 승강기를 화재 시 사용해야 할 필요성 역시 다음과 같은 이유로 증가하게 되었다.

- 1) 건축물의 화재발생 시 정상적인 보행이 어려워 타인의 도움이 필요하거나 부상의 위험 없이 계단을 내려갈 수 없는 장애인의 피난수단 확보가 요구된다.
- 2) 고층 건물의 경우 장애가 없는 사람에게도 많은 계단을 내려가거나 오르는 일은 매우 힘든 일이므로, 체력이 약한 사람도 승강기를 피난수단으로 사용할 필요가 있다.
- 3) 피난 시 승강기를 계단과 함께 사용하면 고층건물에서 전체 피난에 소요되는 시간을 감소시킬 수 있으므로 피난안전성이 확보된다.
- 4) 고층 건물 화재 시에는 소화활동에도 승강기 사용이 필수적이다. 소방관은 무거운 장비를 가지고 매우 긴 수직거리를 이동하기 때문에 화재지역에 도달하는 시간이 지체되어 구조 및 소화활동에 장애가 된다. 이 경우 소방관의 체력적 저하도 일어나게 되므로 승강기를 이용한 신속한 접근이 요구된다.

### 3. 화재 시 승강기 피난 사례

많은 나라에서 화재 발생 시 승강기는 사용할 수 없도록 하고 있지만 실제 화재가 발생한 경우 승강기 피난 사례는 어렵지 않게 발견할 수 있다. 예로서 1989년 8월 일본에서 발생한 29층 고층 아파트 화재의 경우, 분석대상 123명중에서 29명(23.6%)의 인원이 승강기로 피난을 수행하였으며, 승강기를 기다리다 연기가 심해져 포기한 경우도 4명이나 있었다. 1996년 10월 일본 히로시마에서 발생한 20층 고층아파트 화재에서도 대피자의 47%가 승강기를 42%가 계단을 7%는 이 두 가지 모두를 사용한 것으로 나타났다. 이 두 사례를 분석해보면 이용객 대부분은 안전수칙을 알고 있지만, 아직은 팬찮겠지 라는 생각 내지 자신도 모르는 사이에 승강기를 사용하였으며, 특히 평소 계단사용이 거의 없는 고층 거주자들은 대부분 승강기를 사용하여 피난한 것으로 나타나고 있다.

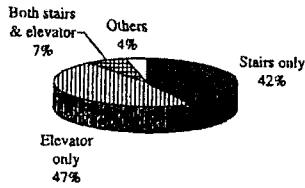


그림 1. 화재 시 선택된 피난수단

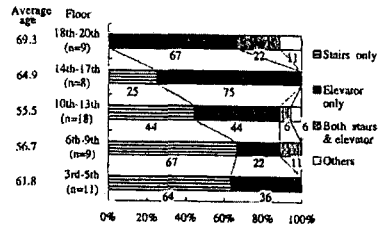


그림 2. 각 층별로 선택된 피난수단

#### 4. 엘리베이터를 사용한 피난 모델링

엘리베이터를 이용한 피난을 해석하기 위하여 1992년 미국 NIST에서 J.H.Klote과 D.M. Alvord에 의하여 개발된 ELVAC VERSION 1.0이 발표되었다. 이 모델은 건물에서 사람들이 엘리베이터를 이용하여 피난을 수행할 경우 소요되는 시간을 예측하기 위하여 제작되었다. ELVAC에서는 층사이의 거리, 피난층, 승강차(Elevator Car)의 개수, 이동속도, 최대 적재인원, 승강기로부터 하차하여 안전지대까지 도달하는데 소요되는 시간, 승강기 피난개시에 소요되는 시간, 문의 형태, 비효율성과 같은 요소들에 대한 입력을 통하여 피난에 소요되는 시간을 예측한다. 본 연구에서는 대상 건물을 선정하여 승강기를 이용한 피난 수행 시 소요되는 시간을 예측해 보았다.

##### 4.1. 대상 건물의 개요

본 예측의 대상건물은 지상 30층 지하 5층으로 사무실용도로 사용되고 있으며, 편의 1층에서부터 7층까지는 편의 시설이 있으며, 지하 1-2층은 상가 및 식당, 지하 3-5층은 주차장 및 기계실이 입주하고 있다. 1층의 층고는 6m 이며, 2층부터 7층까지는 4.5m이고, 8층부터 30층까지는 3.3m로 1층부터 30층까지의 높이는 141.9m 이다. 2층에서 7층까지의 인원은 각 층별로 160명이 있으며, 8층에서부터 30층까지는 80명씩 있어, 2층부터 30층까지의 총 거주인의 수는 3600명이다.

##### 4.2. 승강기의 특징

대상 건물의 승강기는 승객용 고속 승강기로서 1350kg 하중에 정원 20명이며, 속도는 210m/min 이다. 문은 Center Opening Door로 90cm 폭을 가지고 있다. 건물의 중앙에 모든 승강기가 위치하며 총 8대로서 4대 씩 양쪽으로 마주하고 있다.

##### 4.3. 모델링을 위한 가정

대상 건물은 화재발생시 1층에서 7층까지는 승강기를 사용하지 못하며, 8층부터 30층은 피난수단이 가능한 것으로 가정한다. 각 층에서 승강기를 이용하는 비율은 1층에서 7층은 0%이며, 8층에서 30층은 50%로 설정되었다. (Al Sekizawa의 연구결과 참조)

피난 층에서 승강기 하차에서 부터 외부로의 이동에는 아무런 장애가 없는 것으로 설

정되었다. 승강기는 지하층과 1층부터 7층의 피난인은 전원이 계단을 이용해 피난을 하여, 엘리베이터는 운영을 하지 않는 것으로 가정하였다.

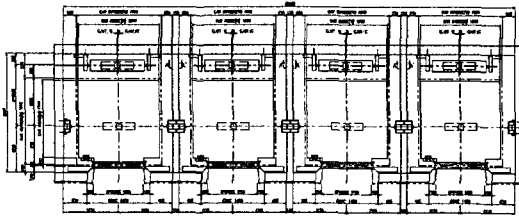


그림 3. 고속 승강기의 평면도

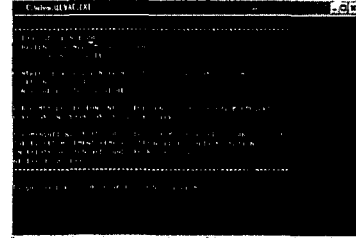


그림 4. ELVAC 수행화면

#### 4.4. 모델링 수행 결과

지상 30층 모델링을 수행해본 결과 피난대상이 되는 층에 대하여 승강기는 각각 2회 왕복만으로 대상인원의 피난이 가능하며, 피난에 소요되는 시간은 1032.6초(17.3분)인 것으로 나타났다. 이러한 피난시간은 계단으로 유입된 인원의 피난 소요시간과 비교를 통한 검토가 필요하지만, 고층 건축물에서 승강기의 사용 시 전체 피난시간에 매우 효과적임을 알 수 있다.

### 5. 피난용 승강기를 위한 고려사항

승강기를 피난용으로 사용되기 위해서는 몇 가지 요구조건이 고려되어야 한다.

#### 5.1 소방대를 위한 요구사항

소방대 활동이든지 피난을 위한 것이든지 승강기가 화재 시 사용되기 위하여 몇 가지 안전성과 신뢰성이 보장되어야 한다. 또한 승강장은 방재센터와의 쌍방 통신시스템을 설치하여 승강장의 사람들이 곧 이어지는 구조상황을 알 수 있도록 한다.

#### 5.2 장애자를 위한 피난용 승강기의 요구사항

고층 건축물에서 정상인이 아닌 자력 피난이 어려운 장애인에 대한 대책은 지속적으로 요구되고 있다. 미국 World Trade Center 폭발사건의 경우, 휠체어를 탄 장애인이 70층에서 피난을 완료하는 데 무려 9시간이상 소요되었다. 이러한 상황은 병원과 양로원 같은 복지시설에도 예상되는 문제점이므로 이들은 피난 시 승강기에 절대 의존할 수밖에 없다. 그러므로 화재로부터 보호받을 수 있는 충분한 임시 대기 장소가 마련되어야 한다.

#### 5.3 거주자 대피를 위한 승강기 사용 시 요구사항

거주자의 대피를 위한 승강기의 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 대안이 필요하다.

#### 5.4 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 구성요소마다 내수성을 확보하거나, 샤프트로 물이 침투하지 못하도록 승강기 문에서부터 바닥의 경사를 두거나 배수구를 설치할 필요가 있다.

#### 5.6 비상대응계획의 수립 및 교육훈련 수행

고층건축물의 안전과 관련된 사람들은 비상대응계획을 수립하고, 이에 의한 교육훈련을 수행하여야 한다. 여기서 피난계획 수립 시 승강기의 사용계획을 수립하고 이에 대한 사항을 건물 입주자들에게 교육 훈련을 통해 설명하고, 정보를 쉽게 취득할 수 있도록 문서화하여 배포하는 등의 조치를 수행하여야 한다.

### 6. 결론

최근의 진보된 기술은 화재발생 시 승강기를 피난용으로 사용하도록 개발할 수 있을 만큼 충분히 발전되었다. 초고층, 심부하층의 건축물들이 지속적으로 증가되고 있는 상황에서 장애인과 소방대뿐만 아니라 일반인도 이용할 수 있는 피난수단으로서의 승강기는 매우 유용한 수단임에 틀림없다. 그러므로 이를 위한 승강기 및 승강장의 요구 성능기준 개발, 설계기법 개발, 그리고 평가를 위한 모델 사용에 대한 연구가 진행될 필요성이 있는 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. Elmer F. Chapman, Elevator design for the 21st century: Design criteria for elevators when used as the primary means of evacuation during fire emergencies, J.APPLIED FIRE SCIENCE, Vol 1(4) 339-347, (1990)
2. Workshop on Elevator Use During Fires, NISTIR 4993, (1993)
3. AI Sekizawa, Study on Feasibility of Evacuation by Elevators in a High-Rise Building, Proceedings of the 4th Asia-Oceania Symposium on Fire Safety and Technology, 24-26 May. (2000)
4. John H. Klote, A Method for Calculation of Elevator Evacuation Time, J. of Fire Protection Engineering (1990)