

비상용승강기를 이용한 피난방안에 관한 연구

A study on the escape measures using fire fighters elevator

윤우진*, 신태균, 홍지훈, 조원철**, 이태식***

Yoon Woo Jin, Sin Tae Gyun, Hong Ji Hoon, Cho won chul, Lee Tae sik

Abstract

The purpose of the present research is to provide a plan for an effective evacuation of residents and people who's in need of evacuation (such as children, the handicapped, and the old) and for the situation when staircase is not available for evacuation, by means of analyzing the evacuation behavioral characteristics of the residents or the evacuator and suggesting an evacuation plan using an emergency elevator in order to minimize casualties in case when fire broke out in a skyscraper.

key words : Fire, Fire fighters elevator, Escape

1. 서론

우리나라를 포함한 거의 모든 나라가 화재 시 피난수단으로 승강기의 이용은 금지되고 있다. 『화재 시 승강기 사용금지』와 같은 문구가 승강장 또는 승강기 내부 벽에 부착되어 있다.

그 이유는 건물화재 시 승강로의 연돌효과에 의해 농연이 급격하게 상승하여 승강기 내부가 연기로 가득 차게 되어 질식될 우려가 있고, 기계적 결함 및 정전으로 작동이 안 될 수도 있기 때문에 승강기가 아닌 계단을 이용할 경우 생존율이 훨씬 높다는 주장이 지배적이기 때문이다. 그러나 911테러 이후, 승강기는 피난도구로서의 필요성이 제기되고 있으며 피난설비로서의 비상용 승강기를 이용한 피난방안이 미국을 중심으로 세계 각계에서 활발히 연구진행중에 있다.

본 연구의 목적은 고층 건축물의 화재 발생시 인명피해를 최소화하기 위하여 거주자 및 피난자의 피난행동특성을 분석하고 비상용 승강기를 이용한 피난방안을 제시함으로써 피난 곤란자(피난이 곤란한 자 : 어린이, 지체장애자, 노인 등)와 계단을 이용하여 대피하기 어려운 경우 효과적으로 피난을 할 수 있는 방안을 제시하는데 있다.

2. 본론

2.1 비상용 승강기를 이용한 피난의 필요성

2.1.1 피난행동과 피난경로

피난행동은 화재 등 비상시에 보다 안전한 장소로 피난하는 행동이다. 피난행동에 따른 구체적인 피난계획은 발화실에서 피난, 발화 층 전체의 피난, 피난 층으로의 피난, 피난 층에서 옥외로의 피난의 순으로 화염으로부터 안전한 지역으로 피난을 계획하는 것이며, 이를 위한 경로가 “피난경로”이다.

피난계획은 법규정에 명시된 시설을 계획하는데 그치지 않고 도처에서 발생하는 화재를 예상하고 발화 층은 물론 비 발화 층까지도 피난계획을 수립하고 안전성을 검토하여야 한다.

* 연세대학교 공학대학원 방재안전관리전공 석사과정

** 정희원, 방재학회 부회장, 연세대학교 교수, 방재안전관리전공 지도교수

*** 연세대학교 교수, 방재안전관리전공 지도교수

2.1.2 고층건물 화재 시 피난행동 특성

화재 시 거주자가 어떤 경로를 통하여 피난 할 것인가 하는 문제는 피난 시 가장 중요한 요소이다. 피난 곤란자 및 피난경로를 파악하기 위한 방법으로 국내의 공동주택 거주자를 대상으로 한 설문조사와 일본의 실제 화재 후 피난자를 대상으로 실시한 설문조사 결과를 고찰하여 보았다.

1) 공동주택의 피난 곤란자

화재 시 피난 곤란자를 구분하면 신체적, 정신적 대응능력이 상대적으로 취약한 10세 미만의 어린이, 60세 이상의 노인, 지체, 시각, 청각, 언어, 정신장애 등을 가진 장애인들이다. 1999년 서울 및 수도권외의 공동주택 731세대를 대상으로 조사한 결과 거주자의 약 1/4인 24.33%가 피난이 곤란한 자로 나타났으며, 화재 시 이들의 피난을 위해 적극적인 피난수단으로 비상용 승강기를 이용하는 방안이 필요한 것으로 조사되었다.

< 표 1> 공동주택의 피난 곤란자¹⁾ (단위 : 명)

구분	인구수 (731세대)	10세 미만 어린이	60세 이상 노인	10세이상 60세 미만의 피난곤란자	합계
공동주택	2,799	476(17.00%)	174(6.22%)	31(1.11%)	631(24.33%)

2) 고층아파트 거주자의 피난경로

설문조사결과 화재 시 피난수단으로 계단을 이용하겠다는 의견이 65.6%이며 승강기를 이용하는 경우가 30.4%로 나타났다.

< 표 2> 거주자의 피난경로²⁾ (단위 : 명)

응답세대	계단을 이용한 피난		승강기를 이용한 피난		기타
731세대	계단	계단을 이용하여 옥상으로 피난	승강기를 이용하여 1층으로 피난	승강기를 이용하여 옥상으로 피난	
	363(49.7%)	116(15.9%)	192(26.2%)	31(4.2%)	
	479(65.6%)		223(30.4%)		

3) 고층아파트의 화재발생 시 피난경로(일본)³⁾

설문조사결과 화재 시 피난 수단 및 방법으로 승강기를 이용하는 경우가 47%로 가장 많았고, 그 이유로 “평상시에 사용하고 있었기 때문에”가 32.5%, 다음이 “그 경로가 안전하다고 생각했기 때문에”가 20.8%로 순으로 나타났다.

< 표 3> 화재 시 피난 수단 및 방법 (단위 : 명)

응답자	ELEV를 이용하여 피난	계단을 이용 하여 피난	계단과 ELEV를 이용하여 피난	무응답
77	36(47%)	32(42%)	6(7%)	3(4%)

<표 4> 화재 시 피난 수단 및 방법을 선택한 이유

(단위 : 명)

피난경로의 선택사유	응답자
평상시에 사용하고 있었기 때문에	25(32.5%)
그 경로가 안전하다고 생각했기 때문에	16(20.8%)
다른 쪽의 ELEV 또는 계단에 연기가 보였기 때문에	6(7.8%)
비상시 그 곳을 사용하기로 되어 있기 때문에	5(6.5%)
그 경로가 제일 가까웠기 때문에	5(6.5%)
다른 사람이 그 쪽으로 이동했기 때문에	1(1.3%)
다른 계단 또는 ELEV가 혼잡하였기 때문에	1(1.3%)
기 타	18(23.3%)
계(%)	77(100%)

2.1.3 고층 건축물에서 비상용 승강기를 이용한 피난의 필요성

이상의 세 설문조사결과로 볼 때 화재 시 승강기를 이용한 대피가 금지되고 있음에 불구하고 많은 수의 피난자가 승강기를 이용하여 대피하리라는 예측이 가능하다. 따라서 고층건물 화재 시 승강기를 이용한 피난 방법이 모색될 필요가 있다. 특히, 계단을 이용하여 대피하기 어려운 노인, 어린이, 지체장애인 등 피난 곤란자들에게 비상용 승강기를 이용한 피난방안이 적극 검토되어야 한다. 미국의 경우, 장애인을 위한 대피 수단이 법적으로 요구되며 영국에서는 장애인을 위한 표준 대피 방법이 출간되었다.

2.2 비상용 승강기를 이용한 피난방안

화재가 발생하면 거주자는 피난계단을 이용하여 미리 지정된 피난자 집결층으로 이동하여 비상용 승강기 승강장으로 피난하고 비상용 승강기는 미리 정해진 피난자 집결층에만 정지하여 피난자를 수송한다. 승강기가 각 층마다 정지하는 것을 막아 피난자의 승강기 승하차 시간, 승강기문의 개폐시간 등으로 피난시간이 지체되지 않도록 하여 피난자 집결장소에서 1층으로의 이동을 빠르게 하는 것이다. 이처럼 1층과 피난자 집결층의 승강기 왕복운행시간의 단축으로 많은 사람들의 대피를 가능하게 할 수 있다. 911테러 시 비행기 충돌 후 약 45분 동안 세계무역센터는 붕괴되지 않았으며, 당시 생존자들에게 승강기의 사용금지명령이 내려져 결국 많은 사람들은 사망하게 되었다. 만약 이때 비상용 승강기를 이용한 피난이 가능했다면 충분히 많은 사람들의 대피가 이루어졌을 것이다.

2.2.1 피난자 집결층

피난자 집결층의 선정은 건물규모, 거주자특성(피난 속도, 거주자 명수), 비상용 승강기 설치대수, 속도 및 용량 등을 고려하여 지정하여야 한다. 참고로 홍콩은 “화재 피난 절차에 관한 실용코드 1996년판”에서 초대형 고층건물들은 15층 또는 20층 사이마다 피난자 집결장소를 만들도록 규정하고 있다.

2.2.2 비상용 승강기 승강장

비상용 승강기 승강장은 화재 시 피난자가 비상용 승강기를 이용하여 피난하기 위해 대기하는 장소이다. 따라서 승강장은 화재 시 예상되는 피난자수를 충분히 고려하여 공간을 확보하여야 하며 원활한 피난을 위해 화재발생 시 2시간 동안 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 또한, 대기하는 피난자의 안전 확보를 위해 방화설비, 방연설비, 비상조명설비, 비상통화장치 등의 장치가 필요하며, 특히 승강장문의 기밀성 확보와 승강로 및 승강장의 가압장치 설치 등을 통해 연돌효과 및 승강기의 운행으로 인한 승강로 내의 피스톤 효과를 감소시켜 저층에서 발생한 화재의 확산과 승강장이나 승강로로의 연기의 유입을 최소화하여야 한다.

2.2.3 비상용 승강기 운영 시스템

화재 발생시 열, 화염, 연기, 물, 승강기 설비의 과열, 정전으로부터 반드시 보호되어야 하고 지정된 층(피난자 집결층)에만 정지하여 수송하며 피난자의 탑승으로 과부하감지장치 작동 시 1층으로 직행하도록 프로그

램화하여 운영한다.

2.2.4 피난방법에 대한 정기적인 교육훈련

화재시 공포와 두려움을 극복하고 지금까지 피난용으로 사용이 금지되어온 승강기에 대한 신뢰감을 갖고 시스템을 원활히 작동할 수 있도록 하기위해 정기적인 교육훈련이 필요하다. 또한, 비상용 승강기를 이용한 피난 매뉴얼이 해당 거주자에게 지급되어 상시 대응체계를 갖추어야 할 것이다.

2.3 비상용 승강기를 이용한 피난안전성능 확보를 위한 개선방안

2.3.1 비상용 승강기 설치대상 확대

비상용 승강기 설치기준(41m)은 고층 건축물의 화재 시 고가차량의 지역별 보유현황, 건물주변의 환경여건(주차장화, 장애물, 지반의 경사도가 5도 이상시 고가차량 작동불가) 등이 고려되지 않아 피난 및 구조에 한계점을 보여주고 있다.⁴⁾

국내 비상용 승강기의 역할이 피난에 이용하는 시설이기보다는 소방대원이 인명구조 및 소화활동을 위해 건물 내에 진입하기 위한 시설로 주로 사용된다는 점과 고층 건축물에 비상용 승강기를 이용한 피난의 적용을 고려한다면 비상용 승강기 설치기준(41m)은 강화되어야 한다.

<표 5> 국가별 비상용승강기 설치기준⁵⁾

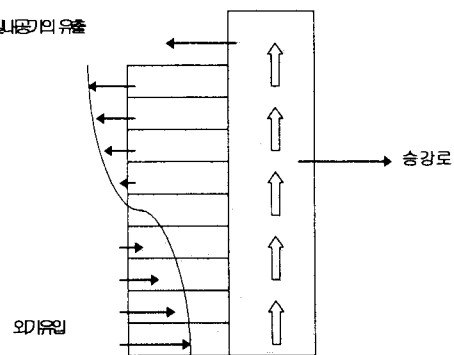
국가명	비상용 승강기 설치기준 (건축물 높이)
한국	41m 이상, 공동주택 16층 이상
미국	23m(75ft) 이상 : NFPA, UBC 30m 이상 : New York and other State Regulations
일본	31m 이상
영국	18.2 m 이상 : Scotland England, Wales Regulations 24.4 m 이상 : Scotland England, Wales Regulations(Flats) 30.5 m 이상 : Greater London Council Regulations(G.L.C)
독일	22m 이상
캐나다	18m 이상, 36m 이상 (National Building Code)

2.3.2 고층건물에서의 연돌효과 저감대책

고층 건물은 건물의 높이가 높기 때문에 부력에 의한 상하 공기의 이동이 크게 된다. 특히 난방 시에는 건물 내외부의 온도차로 인해 출입구나 창의 개구부로 외기가 침입하여 계단 및 승강기의 승강로를 통하여 건물의 내부에 스며들게 되고 고층부에서는 틈새를 통해 공기가 유출되는 현상이 일어난다. 이러한 건물 내에서의 강한 공기의 수직 유동 흐름을 연돌효과(Stack Effect)라 한다.

연돌효과는 건물 내외부 공기 기둥의 무게차이에 의한 압력차로 인해 발생한다. 이러한 공기의 압력차 때문에 건물 내부가 따뜻하고 건물 외부가 차가운 겨울철에 지표면상의 외부 기압보다 건물 내부 기압이 낮게 된다. 이 압력차 때문에 지표면상에서 건물로 들어온 공기는 다시 공기의 밀도차로 인해 수직적으로 발생하는 압력차로 건물 내외부 상부로 이동하며, 이는 건물 높이와 건물 상부층의 침기와 누기의 정도에 따라 달라진다. 공기가 승강로, 계단실 등을 통해 자연환기 되는 현상이다.

연돌효과(Stack Effect)는 초고층 하층부 출입구를 통해서 유입된 공기는 부력에 의해 상승하여 화재 시 급격한 화재확산의 주요한 원인이 되며 연기의 유입을 가속화하여 승강기를 이용한 피난 시 피난자에게 치명적이 될 수 있다. 이와 같은 연돌효과 저감대책으로 승강기에 적용 가능한 개선방안은 다음과 같다.



- (1) 승강장 및 승강로에 가압장치 설치
- (2) 승강장문의 기밀성 강화
- (3) 승강로간 통풍구 설치
- (4) 승강로 하부에 댐퍼 설치
- (5) 승강로내 공조 시스템 채용
- (6) 기계실 바닥 통풍구 설치
- (7) 주 출입구 회전문(방풍실)설치
- (8) 승강기 디자인 개선
- (9) 밀폐 및 공조 시스템 강화
- (10) 액티브 소음 시스템 채용

3. 결 론

비상용 승강기가 피난의 수단으로 고려되어야하는 이유는 실제 화재 시 상당수의 피난자가 실제로 승강기를 이용하고 있으며, 고층의 거주자가 계단을 이용하거나 고가차량을 이용하여 피난하는 것에는 많은 한계가 있기 때문이다. 화재 시 피난수단으로서 비상용 승강기를 이용하는 것은 장애인 등 피난 곤란자에게는 필수적인 요구사항이다.

비상용 승강기는 재정적인 측면에서 일반 승강기보다 약 50%의 추가비용이 요구되어지고 개발업자들이 비상용 승강기의 설치가 안전대비를 위한 투자라는 면에서의 인식이 부족하다. 따라서 고층 건축물의 경우 비상용 승강기를 거주자 피난수단으로 활용하는 방안과 이에 따라 일정 높이 이상 되는 경우 비상용 승강기의 설치를 의무화하는 법규정의 신설이 필요하다고 판단된다.

현재는 화재 발생시 기본적으로 계단을 이용하여 대피하는 실정이지만 가까운 미래에는 기술의 발전과 인식의 변화로 인한 대중의 요구로 비상용 승강기가 피난수단으로서 자리를 잡을 것이며 많은 인명을 구하게 될 것이다.

참 고 문 헌

1. 이상호, 고층 아파트의 피난안전성능 확보방안에 관한 연구, 경기대학교 석사학위논문, pp15~16, 2003
2. 이용재, 화재시 고층아파트 피난 및 관련법규정에 관한 연구, 소방연구논문집 제2호, 서울소방학교, pp279-282, 2001
3. 日本火災學會 廣島市基町 高層住宅の 火災時 避難行動調査委員會 廣島市 基町高層住宅火災時の 避難者の 避難行動について 火災 227號 pp14, 1997年
4. 윤명오 등, 건축물의 피난안전에 관한 국가간 기준 비교연구, 한국화재·소방학회, 제16권 제2호, 2002
5. 김종협, 비상용승강기의 소방활동에 적합한 안전성능 향상방안에 관한 연구, 서울시립대 석사학위논문, 2004
6. Michael, Gibb, Radical Rethink of Escape Procedures, FIRE Magazine, volume 94 NO1168, 2002
7. John H. Klote, Bernard M. Levin and Norman E. Groner, Emergency Elevator Evacuation Systems, American Society of Mechanical Engineers 2nd Symposium pp131~149, 1995
8. Building Center of Japan (1985), Guideline for fire safety design of buildings, pp.160-163.
9. Cauchon, Dennis (2001), For many on Sept. 11, survival was no accident, USA TODAY, Dec. 20, 2001.
10. Donoghue, E.A. (1992), Building Transportation Systems, Fire Protection Handbook, pp.7/50-52.
11. Inc. About: Disabled Helped To Safety In WTC Tragedy Wheelchair-users helped by co-workers during evacuation <http://arthritis.about.com/library/weekly/aa100701a.htm>
12. Los Angeles Times (2001.9.12): a Descent From Tower of Death Scene: For those who got out of the burning Trade Center, <http://www.latimes.com/news/nationworld/nation/la-091201color.story>
13. Mainichi Interactive(2001.9.12) retrieved 2001.1.31 from <http://telecom21.nikkeidb.or.jp/cb/a>