

고층 건축물의 인명피난 장비에 관한 연구

이용재, 윤명오*, 박재성*, 이도형**

경민대학 소방안전관리과, 서울시립대학교 도시방재안전연구소*, (주)아이에스피엘**

A Study on the Life Saving Implement of High-rise Building

Yong-Jae Lee, Myong-O Yoon*, Jae-Seong Park*, Do-Hyoung Lee**

Kyung-Min College, University of Seoul*, ISPL**

1. 서론

1990년대에 접어들어 많은 국내의 기업들이 대규모 초고층 대규모 건축물의 프로젝트를 발표하고 있다. 이러한 움직임은 기업이나 국가의 상징성과 경제력의 과시 등에 의해 동기가 부여된 것이겠으나, 도시나 국가의 실정과 잠재력 등의 일련의 요인을 신중하게 고려하여 추진되어야함은 물론이고, 도시의 안전한 환경을 구축한다는 측면에서도 대단히 중요한 역할을 하는 만큼, 화재 시 피난계획 등 다양한 영역의 프르세스가 복합된 관점에서 유기적인 검토가 필요하다.

특히 고층 건축물은 화재·피난안전 측면에서 볼 때 저층 건축물과는 매우 다른 양상을 나타낸다. 그 특유의 수직구조로 인하여 피난의 난이성 이외에 피난안전에 부정적인 영향력을 미치는 굴뚝효과(stack effect)의 잠재적 위험성, 상층 연소확대의 용이성, 소화의 난이성 등의 특성이 일반건축물에 비해 더욱 가중되어 나타나는 것이 일반적이다.

그러나 현재까지는 화재 시 피난의 수단으로서 (특별)피난계단 이외의 피난발코니 설치, 체류공간(피난층) 확보, 피난트랩 등의 방안이 매우 소극적으로 적용되고 있다. 특히 최근에는 공동주택의 경우 발코니의 개조를 합법화하였으며, 다중이용업소의 완강기 등을 이용한 비상탈출구의 부실한 설치로 추락 사고가 빈발하는 등 화재 시 피난안전성능의 확보가 심각하게 위협받고 있다.

따라서 본 연구는 고층 건축물을 대상으로 피난계획의 중요한 한 부분으로서 화재 시 안전한 "2방향 피난경로"를 확보하기 위한 실질적인 방안으로 인명피난장비 개발 제안하고 이에 대한 적용가능성에 대해 검토를 하고자 한다.

2. 인명피난장비의 필요성에 대한 검토

2.1 고층 건축물의 현황 및 피난대책

현재 국내의 11층 이상의 고층·초고층 건축물의 현황은 표1에서와 같이 53,750동에 달하고 있으며, 이중 95.5%인 51,349동이 공동주택이다. 그러나 공동주택의 경우 현재로서는 (특별)피난계단 이외에는 특별한 피난대책이 미미한 실정이다.

극소수의 공동주택만이 피난층을 두고 있거나 발코니에 이웃세대로 피난이 가능한 파손이 용이한 칸막이벽, 피난트랩 등을 설치하고 있다. 특히 주거의 편의성과 경제논리 우선에 따른 정부의 발코니 확장 합법화 조치로 최소한의 “피난공간 확보” 및 “상층연소확대방지”에 유효한 발코니 설치 부재로 가장 화재로부터 안전해야 할 주거공간이 화재 위험에 노출되고 있다.

표 1. 국내 고층·초고층 건축물 현황(2003년 기준)

(단위 : 동)

구분	합계 (동)	계 (%)	11-15층	16-20층	21-25층	26-30층	31-40층	41-50층	51-60층	60층 이상
공동 주택	53,750	51349 (95.5%)	28185 (94.6)	15380 (96.6)	7245 (97.9)	526 (93.9)	13 (31층 이상)			
기타		2401 (4.5%)	1608 (5.4)	533 (3.4)	154 (2.1)	56 (6.1)	37	8	3	2

*자료 : 행정자치부, 예방소방행정통계자료 2004년

2.2 피난수단의 종류와 실태

1) 계단-(특별)피난계단

(특별)피난계단은 피난수단의 가장 대표적이며 확실한 방법이다. 그러나 고층 건축물 중 95.5% 이상을 점유하고 있는 고층공동주택의 경우 대부분 1개만 설치되어 “2방향피난로”를 확보하기에는 불가능한 실정이다.

2) 피난층(체류공간)

피난층이란 고층건축물의 특성상 화재 등 긴급한 상황 발생시 1층이나 옥상으로 피난이 어려운 경우에 대비하여 건물 중간 중간에 확보하는 대피장소로 설치하는 체류공간을 말한다. 2005년 서울시내 초고층 아파트의 피난층 확보 실태는 다음과 같다. 국내는 관련 법규정이 전혀 없어 피난층의 설치가 극히 저조한 실정이나, 중국은 고층건축물의 방화규정을 별도로 두어 높이 100m 이상인 건물에는 15층 마다 대피장소를 설치하도록 법에 규정하고 있다. 홍콩도 20~25층 단위로 대피층을 설치하도록 되어 있다.

표 2. 서울시내 초고층 아파트 피난층 설치 실태

피난층 확보(7개동)	피난층 미확보(17개동)
<ul style="list-style-type: none"> • 도곡동 타워팰리스 1차 4개동 • 목동 하이페리온 2개동 • 삼성동 아이파크 1개동 	<ul style="list-style-type: none"> • 타워팰리스 2,3차 3개동 • 도곡동 아이파크 2개동 • 여의도 리첸시아 2개동 • 신대방동 보라메 웨르빌 • 여의도 트럼프월드 1차 2개동 • 잠실동 갤러리아팰리스 3개동 • 삼성동 아이파크 2개동 • 서초동 현대슈퍼빌 • 신대방동 보라메 아카데미

* 출처 : 세계일보, [탐사기획-초대형 빌딩 안전한가] 피난층이 없다, 2005.2.27

3) 피난트랩

피난트랩은 공동주택 발코니 내에 설치하여 화재 등 유사시 아래층으로 대피하도록 트랩을 설치하는 것으로 방법상의 문제와 법적 강제규정이 없어 설치가 극히 저조한 실정이다.

4) 발코니 및 파손이 용이한 칸막이벽

공동주택의 각 세대내 발코니와 이웃 세대 발코니 사이에 파손이 용이한 칸막이벽을 설치하여 화재 등 위급시 이를 파손하고 대피하는 것으로 현재는 이곳에 보일러실 또는 수납공간이 설치되어 “파손이 용이한 칸막이벽”의 설치가 매우 저조한 실정이다. 특히 최근에는 정부차원에서 발코니의 개조를 합법화하고 있어 최소한의 체류공간 확보도 크게 위협받고 있는 실정이다.

5) 비상구

노래방 등 다중이용업소에 설치되는 “비상구”는 건축물의 신축 당시에 설치되는 것이 아니라 노래방이 입주하는 단계에서 설치됨으로 인해 상당수가 피난하기에 매우 부적합한 “낭떠러지기 비상구”가 설치되어 오히려 인명의 안전을 위협하고 있으며 다음과 같은 인명사고를 유발하고 있다.

- 2003. 6. 5. 전남 해남읍 성내리 노래주점 비상구 추락사고 : 1명 사망
- 2005. 3. 4. 울산시 노래연습장 비상구 추락사고 : 1명 중상
- 2005. 9. 23. 경북 안동시 옥동 주점 비상구 추락사고 : 2명 사망

“소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률”은 2001년부터 다중이용시설에 비상구를 설치하도록 규정했다. 그러나 화재에 대비해 건물 밖으로 통할 수 있는 비상구를 설치하게 했지만 여기에 연결해 비상계단이나 발코니를 설치하도록 하는 규정은 없다. 따라서 소방방재청은 2004년 ‘다중이용업소 화재안전기준 고시’를 마련, 비상계단이나 발코니를 설치토록 했다. 그러나 기존 건물까지 소급 적용할 수가 없어 2006년 6월까지 비상

계단이나 발코니를 두도록 하고 있다.

그러나 이러한 대안 역시 도시의 건물배치 및 구조상 인접한 건물과 공간이 협소하여 계단 혹은 발코니의 설치가 불가능한 곳이 많아 실효성 있는 대안이 될 수 없는 건물이 상당수 존재하고 있다.

6) 고가차량

소방관이 보유하고 있는 고가차량(사다리차, 굴절차)은 단지 내 공지의 협소, 주차문제, 담장, 수목 등 장애물, 경사도 등으로 인해 신속한 사용이 어려운 경우가 많아 역시 완벽한 피난의 수단으로 한계를 가지고 있다.

7) 완강기 등

완강기는 3층 이상 11층 이하의 소방대상물에 설치하도록 되어 있다. 그러나 그 설치상태가 완강기를 이용하기에 협소하거나 개구부가 작고, 훈련이 안된 일반인이 이용하기에 불가능한 실정이며, 동시에 다수의 인원이 피난 할 수 없는 한계를 가지고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 현행 관련법규정 또는 피난안전성능 확보를 위한 대책과 수단이 고층 건축물뿐만 아니라 일반 건축물에 있어서도 대부분 화재 시 안전한 피난을 위해 부적합 하거나 매우 미흡한 실정이다. 따라서 안전성과 실효성이 확보된 피난수단의 강구가 절대적으로 필요한 실정이라 판단된다.

3. 인명피난장비(세이빙 선)

3.1 인명피난장비의 개요

1) 개발 배경

현재 국내·외에는 피난장비로는 1회용 완강기, 고가차량, 안전매트 이외에 특별한 피난장비가 없는 실정이며, 이 또한 위에서 언급한 바와 같이 그 설치 목적을 달성하기 위한 효용성 측면에 상당한 문제가 있는 것으로 판단된다.

특히 피난의 원칙 중에서 가장 기본적인 “2방향 피난로”를 확보하는 것은 건축물의 피난성능 차원에서 매우 중요한 요소가 된다. 따라서 고층 건축물뿐만 아니라 일반 건축물 및 다중이용업소 등에 설치가 가능하고 유사시 다수의 인원이 안전한 “2방향피난로”를 확보할 수 있는 개발 하게 되었다.

한편 국가 차원에서도 건설교통부는 “건축물 성능평가제”, “건축물 안전성능평가제”를, 소방방재청은 “대형건축물 화재 영향 평가제” 등에 대한 연구를 거쳐 그 시행을 앞두고 있어 이에 대한 필요성을 높여주고 있다.

2) 인명피난장비(세이빙 선)의 개요

본 피난장비는 일반 건축물 뿐만 아니라 11층 이상의 고층 건축물에서 화재 및 긴급한 상황 발생시 피난을 목적으로 최대하중 500kg~1,000kg(7명~15명/1인 65kg기준)까지 다수인이 동시에 최소한의 간단한 조작으로 신속하게 지상으로 피난할 수 있는 무동력 기계식 승강기이며 제원 및 구조는 다음과 같다.

① 제원

- 크기 : 1,000mm×550mm×550mm
- 무게 : 110kg {원동기(80kg), 탑승기(30kg)}
- 재질 : 스테인레스 스틸
- 설치 공간 : 0.55m²
- 사용하중 : 기본 500kg~최대 1,000kg
(7명~15명/1인 65kg기준)
- 하강속도 : 1.8m.sec
- 작동원리 : 로버트 혹은 탄성법칙

② 장비의 기본구조

- 원동기와 탑승기의 이중구조로 되어 있다.
- 원동기는 제동드럼, 제동기2set 및 감속정지기 4set로 구성
- 탑승기는 4면이 불연재로 구성
- * 본 장비는 특허 제 0476536호 임

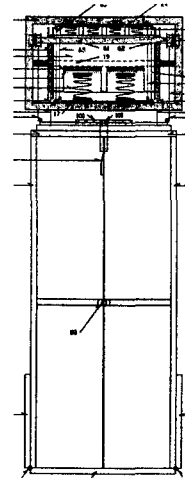


그림1. 기본도면

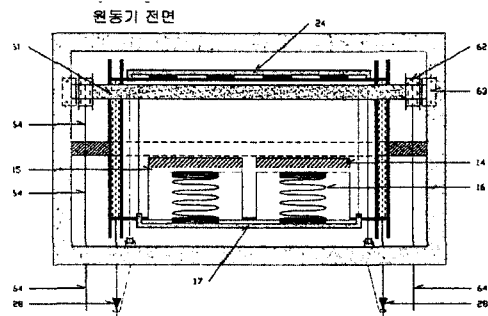
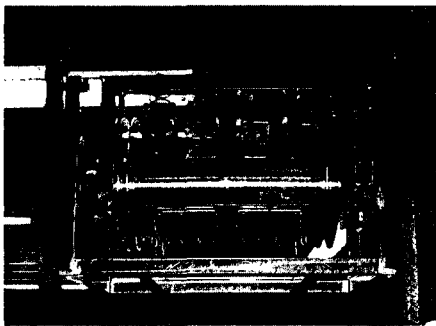
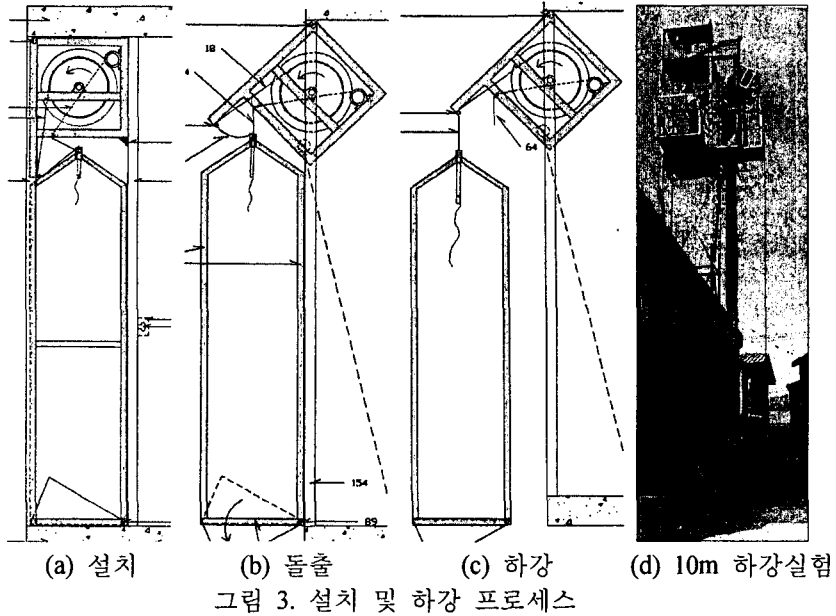


그림 2. 피난장비

3.2 설치 및 작동

평상시는 아파트 발코니 등의 외측 내부에 외관의 한 요소로서 그림3의 (a)와 같이 설치된다. 탑승문을 열면 탑승기가 자동으로 건물외측으로 (b)와 같이 돌출하며 (c)와 같이 자동으로 하강한다.

탑승기가 하강할 때 피난자의 하중에 따라 제동기가 작동하여 적합한 안전속도로 하강한다. 특히 탑승기가 높은 건물에서 하강하면서 발생하는 가속도가 발생하지 않도록 고안되었다. 또한 탑승기가 지상 3m 지점까지 하강 하였을 때 4개의 감속장치가 차례로 작동하여 안전하게 정지하도록 하며, 탑승기가 정지 시 완충작용에 의해 충격을 최소화하도록 고안되었다.



3.3. 적용성 비교·검토

1) 인명피난장비의 기존적인 조건

인명피난장비는 기본적으로 다음의 조건이 충족되어야 화재 등 유사시 안전한 사용이 가능하다.

- ① 누구나 조작이 용이하고 완벽한 신뢰도를 갖추어야 한다.
- ② 다수의 인원이 하중에 관계없이 신속하고 안전하게 피난할 수 있어야 한다.
- ③ 피난 시 공포감을 최소화하고, 화염과 연기로부터 안전한 구조이어야 한다.
- ④ 건축물의 높이에 관계없이 적용 가능하여야 한다.
- ⑤ 노약자뿐만 아니라 장애인 등 재해약자도 사용이 가능해야 한다.
- ⑥ 건축물에 적용 가능한 경제성이 확보되어야 한다.

2) 기존의 피난기구와의 비교 검토

본 인명피난장비(세이빙선)와 현재 사용 중에 있는 피난장비의 성능과 적용가능성에 대해 비교·검토해 보면 다음과 같다. 건물 내 설치 도는 비치되는 피난장비 이외에 고가 차량은 소방관의 출동시간, 현장의 여건 등으로 인해 사용하기 위한 시간이 최소 10분에서 수십 분에 달한다.

전반적으로 사용에 제한이 거의 없는 것으로 판단되나, 차후 고층 건축물에서 바람, 장애물 등으로 인해 설치 및 적용이 가능한가에 대한 면밀한 검증 작업과 제작 및 설치 비용의 문제를 최소화하는 방안이 연구되어야

표 3. 피난장비의 적용성 비교·검토

구분	완강기	공기안전매트	미끄럼대 등	세이빙선
사용인원	1인(1회)	무제한	무제한	6~15명(1회)
사용높이	10층(약 30m)	30m 내외	10m 내외	무제한
적용성	·노약자 피난 불가 ·성인도 사용 곤란 ·발화층 상부 사용 곤란	·노약자, 심약자 사용곤란 또는 불가	·조력자 필요 ·고층에 사용불가	·노약자, 재해약자 모두 적합 ·모든 층에 적용
조작	·훈련 필요	·준비 필요/인력	·준비 필요/인력	·매우 용이
적용시간	·수분 소요	·최소 10분 이상	·최소 수분 소요	·30초 이하
심리적 안전	·매우 두려움	·매우 두려움	·비교적 안정	·안정
안전성	·화염에 노출	·추락사 위험	·비교적 안전	·화염에 안전
경제성	·저렴	·중간	·중간	·비교적 고가

3) 2방향 피난로 확보

본 피난장비가 설치하는 모든 건축물에 적용이 가능하며, “2방향 피난”이 불가능한 아파트의 발코니 등에 설치될 경우 발코니를 통해 “2방향 피난로”의 확보가 가능하며, 신속한 사용과 한 가족이 동시에 모두 같이 피난이 가능하여 심리적인 안전감을 가질 수 있다.

4. 결 론

본 인면피난장비인 “세이빙선”은 모든 건물의 높이, 용도 등에 관계없이 모두 적용이 가능하며, 사용자의 연령, 신체적 능력에 제한 없이 누구나 위급 시에 간단하고 신속한 사용이 가능한 것으로 판단된다. 특히 고층공동주택 뿐만 아니라 일반 건축물 등에서 “2방향피난로”의 확보가 불가능한 건물에 2방향 피난이 가능하도록 한다는데 큰 의미가 있다. 차후 경제성에 대한 검토와 개선이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) Yong-jae Lee, Bong-sei Son, Fire Protection & Egress Planning of Super Tall Buildings during Fire, Proceedings for the 4th Symposium of KSTBF on The Role of Super Tall Building in Korea , May 20, 2004, Seoul, Korea
- 2) 日本建築センター, 新·建築防災計劃指針, 日本建築センター, 1985.
- 3) 日本火災學會, 廣島市基町 高層住宅火災時の居住者の避難行動について, 火災, 1997.4
- 4) 심우갑 외, "초고층 건축물의 평면형상 및 형태구성 영향요인에 관한 연구", 대한건축학회논문집 제12권 제9호, 1996년
- 5) 행정자치부, 예방소방행정통계자료 2004년
- 6) 이용재 외 소방관계법규, 기문당, 2005년