

A-01

건축물 피난관련 연구동향 및 특성에 관한 연구

김대회, 윤인식, 황은경
한국건설기술연구원 건축·도시연구부

A Study on the Research Trends and Characteristics of Refugee Regulation of Building

Dae-Hee Kim, In-Sik Yoon, Yen-Kyung Hwang
Korea Institute of Construction Technology, Building & Urban Research Department

1. 서론

1.1 연구의 목적

오늘날 건축물이 대형화, 고층화, 복잡화됨에 따라 재난사고에 대한 재실자의 인명안전과 재산보호를 위해 건축물 피난설계에 대한 관심이 매우 높아지고 있다. 하지만 우리나라의 경우 기술적 기준에 의한 사양적 관련법령 규정이나 건축주나 건설설계자 등 관계자의 인식부족 등으로 인해 화재시 재실자의 피난에 대한 고려는 매우 미흡한 실정이다. 이에 따라 본 연구는 건축물의 피난에 대한 기존 연구를 중심으로 건축물 피난연구의 전반적인 현황을 살펴보고, 우리나라의 건축물 피난관련 연구방향에 기초적 자료를 제시함에 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

건축물의 피난과 관련된 자료는 피난 관련 서적, 학술논문, 잡지, 신문 등을 들 수 있으나 본 연구에서는 학술적으로 검증된 대학 학위논문과 학술지 등의 기존 연구를 선택하였다. 선정된 자료는 대한건축학회지 및 논문집, 한국실내디자인학회, 한국생활환경학회, 대한설비공학회, 한국건축시공학회, 한국화재소방학회, 한국산업안전학회 등과 국회도서관을 통해 입수 가능한 각 대학 석·박사 학위 논문을 연구 자료로 이용하였다. 연구방법으로는 건축물의 피난관련 연구논문을 총체적으로 살펴본 뒤 특히 건축물 피난관련 연구를 시대적, 주제별, 용도별로 분류하고 기존 미국 및 일본의 연구경향과 비교·분석하여 앞으로 우리나라의 건축물 피난관련 연구의 방향을 제시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 건축물 피난의 정의

피난이란 함은 화재 등 비상시에 보다 안전한 장소로 대피하는 행위이며 피난계획의 기본은 재실자가 화재공간에서 혼란 없이 신속하게 대피할 수 있도록 하면서 화재 공간 이외의 공간에서 인명 안전을 도모하도록 피난로의 설정과 방화·방연구획 면에서 인명안전을 하나의 축으로 계획하는 것이라 할 수 있다¹⁾.

2.2 년도별 건축물 화재발생 및 사상자 현황

우리나라에서 화재발생은 2001년 36,169건을 정점으로 2003년 31,372건, 2006년 28,422건으로 조금씩 감소 추세를 보이고 있으며, 년도별 사상자 또한 2003년을 정점으로 하향 곡선을 이루고 있다. 반면, 1980년대 초반이후 약 20년간 화재건수가 급격하게 증가한 원인에는 경제발전우선정책과도 관련이 있지만 산업발전에 따른 소방대상물의 급격한 증가, 생활환경의 변화와 에너지 사용량의 증가로 인한 것으로 분석되고 있다. 또한 화재에 대한 안전의식이 높지 않음에도 불구하고 급격한 규제완화정책의 추진, 소방기관의 대책이 화재예방보다 진압에 치중하고 있는 점, 화재원인이 철저하게 규명되지 않아서 유사화재 예방을 위한 근본적인 대책이 없는 점 등을 들 수 있다²⁾.

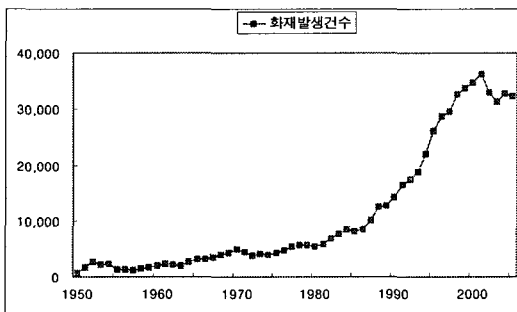


그림 1. 년도별 화재발생건수

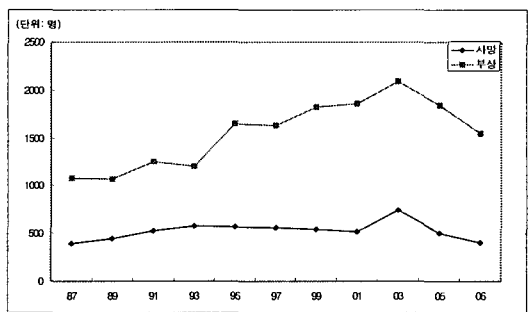


그림 2. 년도별 사상자

2.3 건축물 피난관련 연구의 개괄적 고찰

우리나라의 경우 건축물 피난문제를 학문의 대상으로 보기 시작한 것은 1980년대부터이며 1987년 한국화재소방학회 창설, 2000년 한국도시방재학회 창설, 2002년 한국화재조사학회 창설, 2003년 국가재난관리시스템기획단 출범을 계기로 건축물 피난관련 연구가 이루어지고 있다. 1970년 이전까지는 농업위주의 산업구조와 저층 건축물의 인해 건축물 피난문제가 큰 화두로 인식되지는 않았지만, 1970년대 이후 급격한 산업화, 경제성장으로 인해 건물은 고층화, 대형화 되면서 대형화재와 인명피해로 인해 재실자에 대한 피난문제가 부각되면서 이에 관한 연구가 시작되었다.

3. 건축물 피난관련 연구논문 현황 및 분석

3.1 건축물 피난관련 연구논문의 시대별 현황

표 1. 건축물 피난 연구의 시대별 주제별 분류

	사회학적 측면			행동과학적 측면			합계
	피난계획	화재사례분석	피난법규	피난시간	피난행태	시뮬레이션	
80~84	2	-	-	-	-	-	2
85~89	14	-	2	-	6	5	27
90~94	7	2	-	-	1	1	11
95~99	6	3	-	1	2	3	15
00~04	17	4	7	2	10	29	69
05~06	16	5	2	2	10	19	54
합계	62	14	11	5	29	57	178

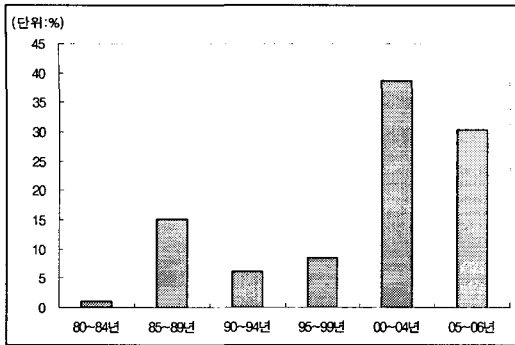


그림 3. 시대별 분류

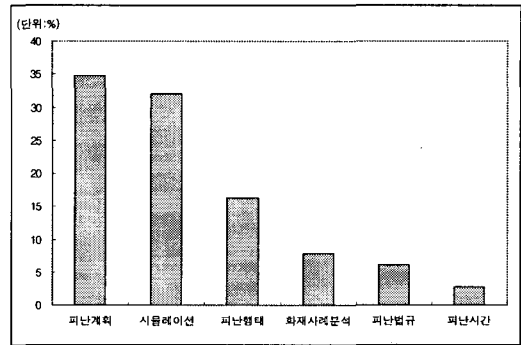


그림 4. 주제별 분류

다음 표 1은 지금까지 우리나라에 발표된 건축물 피난관련 연구논문을 수량적 측면에서 정리한 결과이다. 1980년부터 2006년까지 석·박사 학위논문, 일반 연구논문을 합한 총수는 178편이다. 이중 석사학위 논문은 57편, 박사학위 논문은 6편, 연구논문은 115편이다. 그림 3은 건축물 피난관련 연구논문을 시대별 분류한 것으로 이를 살펴보면 1970년대 후반과 1980년대 초반에 이르러 건축물 피난관련 연구가 시작되었으며, 본격적인 연구 활동이 이루어진 시기는 80년대 후반으로 총 27편(15.2%)의 연구논문이 이루어졌다. 이후 가장 많은 연구가 이루어진 것은 '00~'04년으로 총 69편(33.8%)의 연구논문이 집계되었다. 90년대에 비해 연구 활동이 양적으로 많아진 계기는 “씨랜드청소년수련원(1999년)” 참사로 인해 화재에 대한 경각심이 높아진 원인으로 사료된다.

3.2 건축물 피난관련 연구논문의 주제별 현황

표 1과 그림 4에서 보듯이 178건의 건축물 피난관련 연구를 주제별로 정리하여 살펴보면, 크게 사회학적 측면과 행동과학적 측면으로 구분이 가능하다. 1980년대 초반부터 1990년대 후반까지 주된 연구 주제는 사회학적 측면의 연구가 주를 이루고 간간히 행동과학적 측면의 접근이 이루어졌으나, 화재시 재실자의 인명안전과 안전한 지역까지의 유도에 대한 관심이 높아지면서 2000년 이후 사회학적/행동과학적 측면의 연구가 비슷한 비율로 이루어졌다. 주제별 분류를 세분화하여 살펴보면, 가장 많은 연구가 이루어진 것은 피난계획(34.8%), 시뮬레이션(32.0%), 피난행태(16.3%)로 조사되었다.

피난법규에 관한 연구는 박봉규(1987), 김평(1988) 등에 의해 피난 관련 법규에 대해 연구가 이루어졌다. 미국, 영국, 일본의 경우 재실자 중심의 용도분류를 토대로 재실자의 밀도와 피난용량을 산정하여 건축물의 특성에 맞는 피난규정을 적용한 반면, 우리나라의 경우 건축물의 구조 및 이용목적 중심으로 용도분류가 이루어져 재실자의 밀도와 피난용량은 법으로 규제되지 않고 단순 획일적인 수치로만 규정하고 있어 효율적인 화재안전기준을 적용하기 곤란하여 이에 따른 개선방안에 대한 연구가 진행되었다.

초기 피난시간에 관한 연구는 미국과 캐나다 등의 연구결과를 토대로 거주밀도에 따라 화재시 재실자의 피난시간에 대해 분석을 실시하였고, 이후 김운형(1999), 김응식(2003), 최창호(2006)의해 피난시간에 영향을 미치는 요인들을 다각적으로 분석하여 우리나라 신체특징을 반영하여 재실자의 피난시간을 도출하려는 연구가 이루어졌다.

화재시 재실자의 피난행태에 관한 연구는 문영봉(1982), 윤명오(1984) 등에 의해 국외의 내용을 소개하고 적용해 보려는 시도를 하였고, 이후 이강훈(1997), 이정수(2000), 홍원화(2005), 등에 의해 본격적인 연구가 이루어졌다. 주된 연구내용은 화재사건/사례 및 실제 화재를 경험한 생존자들의 설문조사를 통해 화재시 행동패턴과 피난의식 등을 수렴하여 재난에 대한 예측과 구조 활동의 효율적 대책을 제시하려는 연구가 진행되었으나 의

국에 비해 축적된 데이터가 아직은 부족한 실정이다.

시뮬레이션에 관한 연구는 윤명오(1986), 최원령(1988)에 의해 연구되었으며, 초기에는 화재사례 분석과 피난시간에 영향을 미치는 요인에 대한 정보의 부족으로 인해 매우 단편적이고 제한된 범위에서 시뮬레이션이 개발되었지만, 이후 외국에서 개발된 SIMULEX, FDS, EVA-DS, CFD 프로그램의 도입으로 김용식(1998), 이수경(2000) 등에 의해 보다 포괄적인 범위의 연구를 수행하게 되었다.

3.3 건축물 피난관련 연구논문의 용도별 현황

표 2의 건축물 용도별 피난관련 연구를 살펴보면, 가장 연구가 활발했던 용도는 공동주택에 관한 것이었으며(20.4%) 그 다음은 지하철(지하공간)(18.6%), 영화관(15.8%), 업무시설(11.5%), 대형할인점(9.7%) 순으로 피난관련 연구의 3/4이상을 차지하고 있다.

표 2. 건축물 피난 연구의 용도별 분류

	공동주택	지하철(지하공간)	업무시설	의료시설	노유자시설	교육연구시설	숙박시설	판매시설		문화및집회시설	
								대형할인점	시장	전시장	영화관
80~84	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
85~89	-	2	1	2	-	-	2	-	1	-	-
90~94	1	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-
95~99	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
00~04	13	5	6	1	4	2	2	8	2	-	4
05~06	3	12	-	4	-	2	-	3	1	2	14
합계	23	21	13	7	4	4	4	11	6	2	18

우리나라의 공동주택은 1970년대부터 건립되기 시작하였고, 최근 한국화재보험협회(2006)의 조사결과에 따르면 공동주택 중 95%가 초고층 공동주택이라는 통계가 발표되었다. 또한 소방방재청의 2005년 화재통계연보에 따르면 공동주택에서 화재 건수와 사상자 발생 비율이 가장 높게 나타난다. 이에 장순익(1995), 이용재(2001) 등은 공동주택에 내재해 있는 위험요인의 해결을 위해 화재의 수직/수평 확대요인, 피난경로, 대피층 및 발코니 계획 등에 관한 연구가 진행되었다.

2003년 2월 “대구 중구 중앙로역 지하철” 화재참사로 인해 사망자 192명, 부상자 148명의 막대한 인명피해를 유발하였다. 이 처럼 지하공간에서 대형화재가 발생하는 것은 무창 공간으로 외부의 빛 유입이 없어 정전시 시야확보 및 방향성 결여와 유독가스와 연기가 제대로 배출되지 못하여 지하공간의 재실자들이 안전한 피난경로를 찾지 못한 원인이라 할 수 있다. 따라서 이원석(1990), 박재성(2003), 이호영(2005) 등이 이러한 지하공간의 문제점을 분석하고 개선방안을 제시하였다.

의료시설(6.2%) 및 노유자시설(3.5%)의 화재는 우리나라 총 화재건수에서 차지하는 비중이 0.5~0.6%로 낮지만, 1993년 “충남 논산 정신병원”, 2000년 서울 중곡동 “김경빈 정신병원”, 2002년 “충남 서천군 금배복지원” 화재 등을 미루어 보았을 때 화재발생 시 대형인명 피해로 이어져왔다. 이는 재실자의 행동특성 및 피난행태가 일반인과는 상이하고 신체적 부자유자, 정신적 장애자, 노약자 또는 보조기구 이용자와 인지능력이 부족한 영·유아 계층의 특수성 때문인 것으로 판단된다. 이에 대한 대처방안을 위해 이정수(2003), 김용식(2005) 등이 의료 및 노유자시설을 이용하는 재실자의 피난행태 및 이동시간에 대해 구체적으로 분석하였다.

교육연구시설(3.5%)은 학교, 학원, 연구소, 도서관 등을 포함하고 있지만 우리나라에서

는 초등학교 위주의 연구가 이루어졌다. 공간지각 능력과 판단력이 부족한 초등학생은 화재시 쉽게 혼란에 빠질 우려가 있고, 그 사례로 사망자 9명, 부상자 16명이 발생한 2003년 “충남 천안시 천안초등학교” 화재를 들 수 있다. 이러한 초등학생의 특수성을 고려해 이정수(2000), 이응식(2003) 등에 의해 초등학생의 피난 훈련 상황에서의 이동속도 및 피난 행태 분석을 통해 건축 계획시 고려해야 할 사항을 제안하였다.

숙박시설의 이용자는 음주에 의한 만취상태나 유흥을 즐기기 위한 목적으로 주로 야간에 이용하며 이들의 대부분은 비상사태에 전혀 준비가 되어 있지 않다. 통계에 따르면, 화재 발생시 가장 많은 사망자가 발생하는 시간 때는 01~05시로 주로 심야시간대이며 “서울 중구 대연각호텔(사망 163명, 부상 63명)”, “부산시 부산진구 대아호텔(사망 40명, 부상 68명)”의 화재 또한 취침으로 인한 초기 화재의 인지 능력이 둔화된 결과로 볼 수 있다. 따라서 김기만(1987), 박양수(2001)는 이러한 숙박시설의 문제점에 대해 신속한 경보 체계와 효율적인 피난계획에 대한 개선방안을 제시하였다.

판매시설은 대형할인점(9.7%)과 시장(5.3%)으로 구분되며 화재 사례로는 “서울 동대문구 대왕코너”와 “경북 포항시 세라프라할인매장” 등을 들 수 있고, 특히 대왕코너 화재로 사망자 88명, 부상자, 35명의 인명피해가 발생한 하였다. 판매시설의 화재 특징은 불특정 다수인이 출입하는 밀집된 점포와 대량의 상품들이 진열되어 있음으로 대형 인적 재난으로 확대되는 특징이 있다. 이에 대한 사후 대응측면에서 김영일(2001), 박재성(2004), 박돈규(2006) 등에 의해 판매시설에 대한 연구가 이루어졌다.

문화 및 집회시설은 전시장과 영화관으로 구분된다. 특히 영화관의 경우 아직 우리나라에서 대형 참사는 없었으나, 건축물의 속성상 밀실 공간인 점과 여타 시설에 비해 거주밀도가 매우 높아 화재 발생시 대형 인명 피해로 이어질 수 있다. 따라서 이러한 피해를 미연에 방지하기 위한 노력의 일환으로 김선규(2002), 김운형(2003), 안은희(2005) 등에 의해 문제점과 개선방안을 제시하였다.

4. 외국의 건축물 피난관련 연구 경향

미국에서는 1871년과 1874년의 2회에 걸친 시카고시의 대화재로 인해 수많은 인명과 재산피해가 발생하였고, 일본에서는 1923년 도쿄(東京)와 요코하마 화재는 세계 최대 화재로 기록되고 있으며, 특히 도쿄 대화재는 사망 99,331명, 부상 103,733명, 행방불명 43,476명이나 발생하였다. 이를 계기로 화재에 대한 경각심이 높아지면서 과학적 근거를 토대로 화재 연구에 몰두하게 되었다³⁾. 그 결과 미국과 일본에서 건축물 화재에 대한 연구가 크게 진보하여 오늘날과 같은 불연 도시의 건설에 크게 공헌하게 되었다.

외국의 건축물 피난관련 연구내용을 살펴보면 다음과 같다. 화재사례 분석을 통한 재실자의 피난행태에 관한 연구는 戶川喜久二(1956), Bryan J.L(1993), Rita F. Fahy(1995) 등에 의해 행하여졌다. 다수의 화재사례를 통하여 피난행동의 해석을 행한 주요 연구 중 堀内三郎(1977)은 재실자의 피난경로선택 특성을 해석하는데 중점을 두었다. 또한 加藤忠司(1977)은 재실자의 화재인지 후 초기 행동을 해석하는데 중점을 두었고, Wood P.G(1980)는 피난행동을 유형화 하는데 중점을 두고 접근하였다.

1930년대에 일본에서 가장 먼저 군집유동에 관한 연구가 시작되었고, 최근에는 장애인, 노인 등 재해약자의 군집보행에 관한 연구를 중심으로 진행되고 있다. 上田光雄(1957), 岡田光正(1972), 奈良松範(1996) 등은 계단에서 내려가는 군집의 밀도에 따른 보행속도를 해석하는데 중점을 두었고, 木材辛一郎(1937), 堀内三郎(1979), Fruin(1993)은 수평통로 등에서 군집보행시 행동특성을 해석하는데 중점을 두었고, 吉田直之(2002)은 고령자, 신체장애자 등의 군집보행을 해석하는데 중점을 두고 연구를 행하였다.

피난행동에 관한 연구를 살펴보면, 神 忠久(1975)는 전장 10m의 터널형 모델공간에서

피험자를 이용하여 연기 및 열에 의한 시각적 영향, 심리적 영향에 관한 결과를 도출하였다. 北後明彦(1985)은 10m×10m 규모의 T자 및 十字형 모델공간에서 연기농도에 의한 가시거리 제한에 대한 경로선택 및 보행속도의 특성을 해석하기 위한 실험을 행하였다. 飯田稔(1995)은 공간의 인지 정도와 피난유도표시 유무 등의 조건을 설정하여 연기 속에서 연령에 따른 피난행동의 특성을 해석하고자 하였다.

피난경로선택에 관한 연구를 살펴보면, 尹明悟(1989)는 재연실험 장치를 이용하여 미로형 공간에서의 교차각의 조건, 방향 선회 횟수에 따른 경로의 인지정도 및 혼란도를 해석하고자 하였다. 또한 北後明彦(1985)는 지하가에서 촬영한 통로 풍경에 대한 슬라이드를 피험자에게 보여주고 통로의 폭, 사람들의 유무, 계단의 가시성에 의한 선택 경향을 해석하고자 하였다. 林 廣明(1997)은 VTR 영상과 시뮬레이터를 피험자에게 보여주고 통로폭원이 경로선택에 미치는 영향과 16m×14m의 T자 의 모델공간에서 바닥조도 및 통로폭원 등 복합된 조건에 하에서 경로선택의 특성을 해석하고자 하였다⁴⁾.

5. 결론

이상에서 살펴본, 건축물 피난관련에 대한 한·미·일 3국의 연구경향을 시대별, 주제별, 용도별로 비교·분석한 것을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 한국의 피난관련 연구는 시대적으로 미국과 일본에 비해 크게 뒤떨어져 있고 연구기간이 짧은 관계로 아직은 시대구분을 하기 어려운 점이 있으나 연구 경향은 70년대 말에서 80년대 후반 까지를 사회학적 측면의 피난계획에 대한 연구가 이루어졌으며, 90년대 초반에서 후반까지는 재실자의 피난행태를 기초한 행동과학적인 연구가 동시에 이루어졌을 알 수 있었다. 00년대 이후는 프로그램을 통해 화재발생에서 피난행동 완료까지 재실자의 피난행동을 예측할 수 있는 시뮬레이션 개발이 진행되었다.

둘째, 한국의 연구주제는 미국이나 일본에 비해 아직 항목별 세분화가 이루어지지 않고 있으며 특히, 기초적인 데이터의 부재로 인해 체계적인 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 화재사건/사례 및 실제 화재를 경험한 생존자들의 설문조사와 공간분석 연구를 통해 화재시 행동패턴과 피난의식 등을 포괄적으로 수렴하여 보다 구체적인 데이터 수집이 중요하며, 또한 피난시간에 영향을 미치는 여러 인자에 대한 다각적인 실험과 분석을 통하여 우리나라의 신체 특성에 맞는 정량적인 표준체위 산출과 재실자의 거주밀도에 따른 이동거리와 이동시간에 대한 정확한 피난용량 산정이 뒤따라야 하겠다.

셋째, 미국과 일본은 건축물의 용도에 따라 다양한 연구가 이루어져 왔으며, 미국의 경우 NFPA 101, IBC 등에서 건축물의 용도별 피난규정을 구체적으로 적용하고 있으며, 일본은 성능기준으로의 전환에 따라 2000년 개정된 건설성고시는 피난안전설계법을 도입하여 재실자의 효율적인 피난안전성 확보를 위한 노력이 이루어지고 있다. 우리나라는 00년 이후 건축물의 용도에 따라 다양한 연구가 진행되고 있기는 하지만, 사양적인 기술기준만 건축법에 제시하고 있어 모든 건축물에 적용 곤란하며, 앞으로 화재시 인명의 안전을 도모할 수 있는 사회적인 인식 확산과 제도적 장치 마련이 필요하다.

참고문헌

1. 박재성의 2인, “건축물의 피난안전에 관한 국가간 기준 비교 연구”, 한국화재소방학회 논문지 제16권 제2호, 2002
2. 화재통계연보, 소방방재청, 2005
3. 이진영외 2인, 건축소방, 일진사, 2002
4. 박재성, “건축물 화재시 피난행동을 고려한 피난예측모델에 관한 연구”, 서울시립대학교 박사학위 논문, 2004