

성능 기준 도입을 위한 재실자 밀도의 조사 방법에 관한 연구

김종성* · 황은경 · 윤호주 · 김종훈
한국건설기술연구원 · 경민대학

A study on investigation method of The Population Density for Performance-Based Design

Kim, Jong Sung·Hwang, Eun Kyung·Youn, Ho Ju·Kim, Jong Hoon
KICT · KYUNGMIN COLLEGE

요 약

최근 대형화·고층화·복합화 등 점차 발전하는 건축물의 피난 안전성을 확보하기 위하여 성능위주 중심의 피난안전계획이 이루어지고 있다. 그러나 관련 법규의 세부적 기준이 없어 국외 기준에 기반하여 피난안전계획이 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 점차 도입되고 있는 성능적 기준의 도입을 위하여 국내외 관련 기준 및 관련 재실자 밀도 조사 사례를 분석한 결과 국내 제정된 법규는 기준 자체의 목적이 다르고 제한적 용도라는 한계점이 있었으며 또한 기존 연구 사례를 통해 조사 시기 및 방법과 결과의 적용, 신뢰성 확보 등 법규화를 위한 재실자 밀도 기준의 연구 방향을 알 수 있었다.

1. 서 론

최근 국내 건축물은 대형화·고층화·복합화 등 고층 건축물이 점차 증가하고 있으나 고층 건축물의 특성상 화재와 같은 재해가 발생할 시 재실자의 안전을 확보하는데 어려움이 있다. 이에 피난에 대한 안전성을 확보하기 위하여 성능위주 중심의 피난안전계획이 이루어지고 있다. 일반적으로 피난계획을 설정함에 있어 피난경로는 피난 인원의 용량을 충분히 수용하여야 함을 원칙으로 하고 있으며 피난을 요하는 재실자의 인원은 사례를 따르거나 국외 기준에 기반하고 있으나 이러한 국외 기준은 외국의 사례를 기반으로 정립되어 국내에 적용하기엔 적절치 않다는 문제점이 있다. 국내에서는 건축법 및 소방법 등 관련 법규에서 규정하고 있지만 면적에 따른 사양위주의 기준이 중심적이며 소방시설 공사업법의 성능위주의 설계법이 피난용량을 통하여 설계를 하도록 권장하고 있으나 이를 위하여 구체적인 절차나 방법론을 제시하고 있지는 않다. 이에 국내의 현실에 걸 맞는 재실

* kimwhdtjd@lycos.co.kr

자 밀도 기준을 산정되어야 하나 실제로 규정하기위해 모든 용도의 건축물을 대상으로 산정하기란 시간적으로나 경제적으로 어렵고 아직 구체적인 방법론이 제시되고 있지 않다. 따라서 본 논문에서는 점차 도입되고 있는 성능적 기준의 도입을 위하여 국내외 관련 기준 및 관련 재실자 밀도 조사 사례를 분석하여 조사 방법에 대한 제도적 방향에 대해 살펴보고자 한다.

2. 국내외 재실자 밀도 관련 기준

2.1 국외 관련 기준

미국에서는 성능적인 피난용량 확보를 실현하기 위하여 조사 시기, 조사 일기 등을 고려하여 오랜 기간 동안 다양한 용도 건물의 실태조사 결과를 토대로 제시하여 계수의 신뢰성을 충분히 인정받고 있다. 일례로 NFPA 101 Life Safety Code의 Covered Mall Buildings에 대한 기준은 270여개의 지붕 있는 쇼핑 몰을 실태조사하고, 상업용도에 있어서의 주차요구사항을 연구한 후 피크 시점 동안 차량 한 대당 인원을 관찰하는 경험적인 방법을 통하여 도출하였다. 그러나 미국의 NFPA는 용도 분류 체계가 국내 체계와 다르며 코드화 되어 제시함으로 인해 본 연구의 목적과 맞지 않고 재실자의 조사 방법론에 대해서는 구체적으로 제시하고 있지 않다.

또한 우리나라와 가장 유사한 일본의 기준을 보면 우리나라와 마찬가지로 건축법과 소방법에서의 재실자 밀도의 차이가 있으며 건축법에서는 피난 용량을 산정하기 위해, 소방법에서는 소방설비를 설치하기 위한 최소치의 수용 인원을 위함이다. 다음은 일본 소방법에서의 방화대상물의 구분별 수용인원의 산정 방법에 관한 규정으로 시행규칙 제1조의 3 영 제1조의 2 제4항의 총무성령으로 정하는 수용인원의 산정방법은 해당 방화대상물의 부분을 각각 하나의 방화 대상으로 간주하여 규정을 적용했을 경우에 수용인원을 합산하여 산정하는 방법으로 한다. 주로 종업원의 수 및 기타 각 용도에 해당하는 바닥면적을 필요 면적으로 나누어 산정하고 있으며 이를 토대로 재실자를 고려한 피난 기준을 정립하고 있다.

2.2 국내 관련 기준

현재 국내에 피난과 관련된 법들을 살펴보면 건축법에서는 문·창문·피난계단 등과 같이 건축물에 있어서 패시브적인 시설을 규정하고 있으며 이와는 달리 소방법에서는 옥내 소화전·스프링클러·제연설비 등과 같이 화재에 대한 액티브적 설비를 규정하고 있다.

본 연구에서 다루고 있는 재실자 밀도 관련 기준은 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제13조에서 다중이용업의 용도 분류를 위하여 수용 인원의 산정 방법에 관하여 제시하고 있다. 제시된 내용은 다음 표와 같으며 중요한 변수로 침대와 인구 밀집

도를 기준으로 분류하고 있다. 먼저 수면을 취할 수 있는 숙박 시설이 있는 특정소방대상물의 경우 일정한 면적을 차지하는 침대와 그렇지 않는 숙박시설 두 가지 경우로 나누어 수용 인원을 산정하며 면적이 일정치 않는 다른 특정 소방대상물의 경우 해당 용도에 따른 적절한 필요 면적에 의해 산정하는 것을 볼 수 있다. 그러나 해당 기준은 필요 면적을 기준으로 산정하여 필요한 수용 인원을 규정하고 있지만 그 용도가 제한적이고 피난 안전 측면에서 수용 인원을 산정하기 보다는 소방설비를 설치하기 위한 최소한의 조건을 규정해 놓아 그 목적이 다르다.

표 1. 수용인원의 산정 방법

수용인원의 산정 방법(제15조 관련)	
1. 숙박시설이 있는 특정소방대상물	
가. 침대가 있는 숙박시설 : 당해 특정소방물의 종사자의 수에 침대의 수(2인용 침대는 2인으로 산정한다)를 합한 수	
나. 침대가 없는 숙박시설 : 당해 특정소방대상물의 종사자의 수에 숙박시설의 바닥면적의 합계를 3㎡로 나누어 얻은 수를 합한 수	
2. 제1호 외의 특정소방대상물	
가. 강의실·교무실·상담실·실습실·휴게실 용도로 쓰이는 특정소방대상물 : 당해 용도로 사용하는 바닥면적의 합계를 1.9㎡로 나누어 얻은 수	
나. 강당·문화집회시설 및 운동시설 : 당해 용도로 사용하는 바닥면적의 합계를 4.6㎡로 나누어 얻은 수(관람석이 있는 경우 고정식 의자를 설치한 부분에 있어서는 당해 부분의 의자수로 하고, 긴 의자의 경우에는 의자의 정면너비를 0.45m로 나누어 얻은 수로 한다)	
다. 그 밖의 특정소방대상물 : 당해 용도로 사용하는 바닥면적의 합계를 3㎡로 나누어 얻은 수	

3. 국내외 재실자 밀도 조사 사례

3.1 국외 조사 사례

일본은 화재시 인명안전 보호를 위해 보다 현실적이고 합리적인 피난설계를 위하여 면적단위의 피난안전규정에서 재실자를 고려한 피난기준 정립을 위해 1950년에 건축물 용도에 따른 재실자 밀도 값을 산정하였다. 그러나 경제발전으로 건축물이 대형화, 고층화, 복잡화 되어감에 따라 기존에 제시한 재실자 밀도 값이 현실적으로 적용하기 부적합하여 최근 재실자 밀도 값을 재정립하기 위하여 피난인원 또는 피난하중 설정법을 영국과 미국의 기준을 참조하여 진행하고 있다. 현재 일본의 화재학회에서 재실자 밀도 연구를 수행하고 있으며 조사위원회를 설치하여 각 건설회사 등의 협력하에 연구를 진행하고 있으며 여러 건축물 중 화재시 피난의 어려움이 크고 재실자 밀도가 높은 다중이용시설 중 백화점, 이벤트 홀, 지하가, 병원 사무실을 중심으로 조사를 하였으며, 이에 따른 조사 대상시설 및 조사방법은 다음 표와 같다.

표 2. 일본의 재실자 밀도 조사 사례

구분	백화점	전시장	지하가	사무실
조사 대상	현장 조사 <ul style="list-style-type: none"> • 동경도심 A백화점 • 오사카 시내 B백화점 	<ul style="list-style-type: none"> • 수입자동차 전시장 	<ul style="list-style-type: none"> • 나고야역전 • 고베산야 • 오사카의 우메다 • 경도 폴타(4개) 	<ul style="list-style-type: none"> • 건설회사 본사의 전용 사옥(지상 24층, 지하2층, 연면적 69,000m²)
	센서 조사 <ul style="list-style-type: none"> • 광우시:6개 • 관정시:2개 • 유흥시:시외 백화점 • 대도시 소방관:4개 • 동경소방청:2개 	<ul style="list-style-type: none"> • 쓰지모토:아쿠아리움 • 모로사키:파빌리온 • 소방관계청:도쿄돔 		<ul style="list-style-type: none"> • 시즈미건설 : 삿쵸로시 A건물, 신도심 B건물 • 오사카소방청 : 오사카교외 C건물, 세계무역센터
조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 입·퇴관자 두계인수 측정 • 15분 간격으로 기록 • 보행 할 수 없는 유아 등은 계측에서 제외 • 장애인의 경우 별도 기록 • 계측시간 : 영업시간 전체 	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 2, 3호관 각각 조사 • 30분 간격으로 기록 • 백화점과 동일한 방법 • 이벤트 홀의 경우 계획국에 의해 입장자에 관한 데이터를 입수 	<ul style="list-style-type: none"> • 각 입구에서 입장자를 카운트 	<ul style="list-style-type: none"> • 현관을 통과 입·퇴관자 측정 • 누계인수의 도중 경과를 15분 간격으로 기록 • 직원과 외부인은 구별하지 않고 계측

3.2 국내 조사 사례

앞서 살펴본 바와 같이 현재 국내의 피난 안전을 위한 재실자 밀도 기준 정립에 대하여는 아직 관련 기준의 제정에 대한 필요성이 제기되고 있는 단계이며 몇몇의 연구 목적으로 사용되고 있다. 여러 건축물 중 화재시 피난의 어려움이 크고 재실자 밀도가 높은 대형판매시설, 복합건축물, 멀티플렉스형 영화관을 중심으로 조사를 하였으며, 이에 따른 조사 대상시설 및 조사방법은 다음 표와 같다.

표 3. 국내의 재실자 밀도 조사 사례

구분	판매시설	복합건축물	복합영화관
조사 대상	대형 판매시설 2개소 (수도권 1개소, 비수도권 1개소)	동대문의 복합건축물 2개소	멀티플렉스형 영화관 2개소 (수도권 1개소, 비수도권 1개소)
조사 방법	재실자가 가장 많을 것으로 사료되는 추석 전 주말과 설	각 건축물의 사전조사를 통하여 재실자의 유동이 많은 주말로 선정	가장 많은 재실자의 분포를 보이는 주말에 인기가 높은 영화를 상영하는 시기를 선정

	날 전 주말을 조사시기로 정하여 실태조사를 실시		
조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> - 각 출입구 및 무빙워크, 엘리베이터에의 인원 배치를 통한 현장조사 - 시간대 카운터 경유 인원 (센서 조사) 병행 - 현장조사와 센서조사 비교하여 신뢰성을 높임 	<ul style="list-style-type: none"> - 외부에서 출입이 가능한 출입구에 2명씩 배치하여 10분 단위로 기록 - 상주 직원 기록 제외하며 조사 후 합산 	<ul style="list-style-type: none"> - 복합영화관 공간으로 들어가는 출입구에 인원을 배치하여 10분간 입·퇴관 누계인수로 측정하였다. - 예매 좌석 수에 따른 재실자 밀도 조사를 병행하여 신뢰성을 높임

3.3 사례를 통하여 본 재실자 밀도 성능 기준 도입을 위한 조사 방법 고찰

재실자의 밀도 기준 도입을 위한 조사 방법 정립을 위하여 기존 조사된 사례를 검토 분석한 결과 시간대별 단위면적으로 점유하고 있는 인원수의 밀도 값을 구하여 이의 합을 산정하는 그리드 적용 방법은 신뢰도 문제로 많이 쓰이지 않고 실제 현장의 출입구나 층간 통로에 계측 인원 또는 센서로 측정하여 층이나 용도별 누계인원수로 인원수의 밀도 값을 산정하는 출입구 현장 조사를 쓰이는 것으로 나타났다.

실제 현장을 대상으로 진행되는 이 방법론은 신뢰성이 높아 자주 쓰이며 주로 현장에서 인원을 체크함과 기존 조사되는 건축물의 수용인원과 비교하여 결과를 도출하였다. 그러나 이 방법은 많은 조사 인원과 오랜 조사 시간이 필요하며 영업에 지장을 주는 경우도 많기 때문에 조사가 힘들며 또한 계측인의 주관적인 판단에 의하여 재실자를 구분하기 때문에 이에 따르는 오차도 고려해야 할 것이다.

또한 용도에 따라 재실자가 가장 많은 조사 시기를 선정하고 층간 혹은 용도간 누계인원을 측정하여 재실자 밀도를 산정하며 안전율을 고려하여 피크치를 적용하는 것으로 조사되었다. 재실자 변동의 폭이 적은 주거시설 같은 경우 프라이버시나 방법의 한계로 조사가 어려워 면적에 의한 산출을 기본적으로 사용하고 있는 방법을 쓰거나 관리자에 의한 수용 인원 자료로 기초로 조사하고 있었다.

하지만 재실자 밀도의 조사 방법론에 대한 규정이 사실상 미비하여 각각에 대상에 관한 조사 방법이 차이를 보였으며 적용에 있어서도 경험적 한계를 드러내었다. 이에 대하여 보다 면밀히 각 건축물의 용도별로 구분하되 같은 건축물이더라도 권역별 인구를 고려하여 기본적인 조사 방법에 대한 가이드 라인을 구축해야 하며 또한 현재 대두되고 있는 초고층 건축물이나 지하 연계 건축물 등 지속적으로 발전해가는 건축물의 특성을 고려한 재실자 밀도의 성능적 기준의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 점차 도입되고 있는 성능적 기준의 도입을 위하여 국내외 관련 기준 및 재실자 밀도 조사 사례를 살펴보았다. 이를 토대로 재실자 밀도에 관한 국내외 관련 법규를 분석하여 기존 국내법규가 가지는 문제점을 제기하였으며 실제 조사된 사례를 기반으로 앞으로 성능 기준의 도입을 위한 연구 방향을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 미국의 경우 재실자 밀도를 용도별로 표준 데이터화하여 재실자의 산정에 기초자료로 제시하며 일본의 경우에는 주로 종업원의 수 및 기타 각 용도에 해당하는 바닥면적을 필요면적으로 나누어 산정하고 있으며 이를 토대로 재실자를 고려한 피난 기준을 정립하는 것으로 나타났다.
- 2) 국내에서는 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률에서 인원 조사 방법론을 제시하였으나 소방 설비를 설치하기 위한 개념이며 용도가 제한적이라는 한계점을 지닌다.
- 3) 또한 실제 조사가 진행된 사례를 분석한 결과 현장을 대상으로 직접 진행하는 현장 조사 방법론이 주로 사용되었으며 기존 관리자에 의한 수용 인원 자료를 비교 분석하여 조사에 대한 신뢰성 확보에 중점을 두었다.
- 4) 용도에 따라서 조사 시기 및 피크치 적용 등 재실자의 조사 방법이 차이를 보이는 것으로 나타나 향후 용도별 재실자 밀도 기준에 관한 연구가 필요함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2009년 표준 화재 모델에 따른 화재 확대방지 및 피난안전설계기술 개발(건기연2010-0074)에 의하여 이루어졌습니다.

참고 문헌

1. 한국건설기술연구원. “표준 화재 모델에 따른 화재확대방지 및 피난안전설계기술 개발” 보고서
2. 이상희 외(2008). “대형 판매시설물의 피난안전규정을 위한 재실자 밀도에 관한 현장조사 연구”
3. 서동구 외(2008). “국내 PBD기반 피난안전설계를 위한 피난용량 산정에 관한 연구(I)”
4. 김동은 외(2007). “건축물의 재관자 수를 고려한 피난안전규정을 위한 일본에서의 연구 사례 분석”
5. NFPA 101 Life safety code 2009
6. 박재성(2004). “건축물 화재시 피난행동을 고려한 피난예측 모델에 관한 연구” 학위논문