

A-06

미국의 피난 안전 규정 변천에 관한 연구

신현승, 황은경*, 김대회*, 황금숙**, 조정훈**, 권영진***
호서대학교 소방방재학과, 한국건설기술연구원*, 한일엠이씨**,
호서대학교 소방방재학과 교수·공박***

A study on the evacuation safe regulation change of the United States

Hyun-seung Shin, Eun-kyung Hwang*, Dae-hee Kim*,
Jeong-hoon Cho**, Keum-sook Hwang**, Young-jin Kwon***
Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo Univ.
Korea Institute of Construction Technology, Hanilmech Elec Consultants Co. Ltd**,
Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo Univ. Professor****

1. 서론

최근 화재는 대형화되고 발생빈도 또한 증가하고 있다. 또한 건물은 초고층화가 되는 경향으로 이러한 초고층 건축물의 경우 화재시 피난에 많은 문제를 안고 있으나 현재 우리나라에는 그에 대비한 법규가 미비한 것이 현실이다. 우리나라의 경우에는 아직 고층과 초고층의 구분도 확실하게 나누어져 있지 않고, 적용되는 법규 또한 이전의 고층 아파트에 적용되는 규정과 다를 바가 없이 적용되고 있다.

또한 피난의 경우에는 우리나라의 경우 면적에 따른 피난 계단의 수만 지정이 되어 있을 뿐으로 초고층의 경우에는 화재시 지상까지 피난 시간이 더 걸릴 수밖에 없으나 현재로서는 건물의 수용인원을 규제 할 수 있는 법적인 규정이 없다.

따라서 향후 우리나라의 경우에도 그에 따른 법규의 개정이 요구 된다고 판단됨에 따라 우리나라 법규의 개정을 위하여 미국의 법규의 변천과정을 살펴보고 그에 따라서 우리나라의 법규의 개정이 나아가야 할 방향을 검토는 것을 목표로 하였다.

2. 미국의 피난 안전규정의 변천

2.1 Life Safety Code의 기원

Life Safety Code의 시초는 1927년에 발행된 Building Exits Code까지 거슬러 올라갈 수 있다. 1911년 뉴욕의 Triangle Shirtwaist공장 화재는 147명이라는 희생자가 발생하였다. 그에 따라 뉴욕에서는 공장의 노동자를 보호하는 새로운 법률이 제정되어 피난 안전확보기준이 검토되기 시작하였다. NFPA에서는 1913년 연차 총회에서 인명안전 위원회가 설치되었다.

2.2 공장의 피난 규정

1) 재관자인수의 제한

1913년에 제정된 뉴욕의 공장 법에서는 피난안전을 목적으로 한 규정이 추가되었다. 법규에서는 1unit=22inch의 유니트 폭(한열 사람에 대한 계단폭)이 요구되었다. 또한 스프링클러로 보호된 경우 허용재관자 인수는 50%의 증가가 인정된다고 정하고 있다.

위스콘신에서는 7층 높이까지는 계단을 옥외로 또는 일부의 사람은 계단으로 피난하면 문제가 없을 것으로 판단하고, 층당 같은 경우라도 층수가 높을수록 넓은 계단 폭을 요구하였다. 위스콘신 건축법에서는 표 2.1에 나타난 바와 같이 재관자 100명에 대한 계단 폭이 주어졌다.

표 2.1 위스콘신의 계단 폭의 규정(1914년) 100명당 계단의 폭(inch)

구조		내화구조		구조		2층 계단 폭과의 비율	
스프링클러		유	무	유	무	%	누적%
층 수	2층	30	50	40	60	100%	100%
	3층	15	25	20	30	+50%	150%
	4층	12	20	16	24	+40%	190%
	5층	9	15	16	24	+30%	220%
	6층	6	10	8	12	+20%	240%
	7층	3	5	4	6	+10%	250%

2) 재관자 인수를 제한하는데 관여한 주요 인자

첫째, 수평 exit로 신속한 피난을 할 수 있는 방법이다. 둘째, 계단의 폭은 신속의 경우에는 22inch(기존 18inch)를 유니트폭을 요구한다. 셋째, 샤프트 구획은 구획되지 않은 공간의 계단의 용량은 적게 억제한다. 넷째, 스프링클러 설비가 확보되어 있는 경우 exit의 용량을 100%완화한다. 다섯째로 수용물의 위험도로 수용물의 가연성에 의한 분류로 구분하였다.

3) 피난 시간에 따른 허용 인수의 제한

재관자 인수 제한에는 각층의 exit로 되는 계단에 수용할 수 있는 인수로 한정하는 방법과 건물 외로 피난하는데 필요한 최대시간을 제한한다는 두 가지의 방안이 검토되었다. 전자의 경우 계단 폭에 대하여 각층의 허용되는 인수가 매우 적고 후자의 경우에는 계단 앞에서 병목현상이 발생하게 된다.

건물 외로 최대 피난시간을 상정하기 위해서는 유동계수를 결정한다. 위원회에서는 45인/유니트/분으로 나타내고, 이 값에 관하여서는 관찰에 따른 값으로 판단되며 구체적인 근거는 명확하지 않다. 수용물의 연소성이 높은 경우 피난 시간은 최대 3분으로 제한한다. 연소성이 중간 및 낮은 경우에는 4~5분으로 제한된다.

4) 허용 재관자 인수 일람표의 작성규칙

일람표(4층 건물기준)에서는 동일한 폭 계단이 3개 설정되어있는 경우 그 내부의 하나의 계단은 화재에 의해 전여 사용할 수 없게 되고 남은 2개의 계단이 이용 가능한 것으로 판단하여 계단의 용량의 1/3을 삭감하였다. 구조는 이연성구조와 불연성구조로 크게 2가지로 분류하였고, 스프링클러가 설치된 경우 연소성이 큰 경우 50%, 중 75% 그리고 작은 경우 100%로 증가가 인정되었다.

2.3 다른 용도(판매시설)로의 적용

1) 재관자인수의 추정

판매시설의 재관자 인수는 제한할 수 없다. 따라서 화재 시에 피난에 필요한 인수를 미리 추정하고 추정된 재관자 인수에 기초하여 적절한 피난 내에 피난 가능한 피난시

4) 다른 용도의 규정

모든 용도에 적용할 수 있는 기본식 만으로는 개별의 용도로 이용하는 것을 불편하다. 따라서 표 2.4와 같이 기본 식으로 대입한 계산식이 수식화되어 있다.

표 2.4 용도별 계산식의 수식화

학교	$A = \frac{G \times H}{120 \times B \times C \times D \times E}$	위험도가 적으므로 F=3을 대입
판매시설	$A = \frac{G \times H}{100 \times B \times C \times D \times E}$	G : 각 층의 바닥면적, F=2을 대입
병원	$N = \frac{3A \times B \times C \times D \times E}{H}$	위험도가 적으므로 F=3을 대입
집회시설	$A = \frac{100 \times G}{K \times B \times C \times D \times E \times F}$	K=바닥의 높이에 관한 인자

2.5 전관피난으로부터 각층 피난에 기초한 계단 폭으로의 변화

1) 허용재관자인수 결정의 간략

간략화된 기준에서는 층수의 요인은 전혀 고려되어 있지 않았다. 각 층 별로 허용재관자 인수와 Exit의 용량과의 관계가 정해져 있으므로 대상으로 하는 층의 위치가 10층이거나 또는 50층이더라도 전혀 문제가 없다.

2) NBS의 당시의 피난시설의 실태조사와 군집이동

국립표준국(NBS)이 중심이 되어 1920년대로부터 1930년대에 이르기까지 10년간 지어진 건물의 exit에 관해서 조사를 실시하였다.

군집보행에 관한 기존의 연구 기록의 조사 통하여 기존의 기록이 참조되어 있다. 철도의 경우 33~36.7인/unit/분이다. 극장의 경우는 계단은 23.8인/unit/분, 도어부분은 58.7인/unit/분이다. 학교에서는 평균적으로 37.5인/unit/분의 값이 나왔다. 기존의 조사로부터 얻어지는 유동계수는 큰 편차가 존재하고 있기 때문에 NBS에 의한 추가적인 조사가 행하여졌다.

4) 계단 폭의 계산방법

용량법, 유량법, 용량법·유량법의 복합, 확률법, 면적법의 5개로 분류하고 있다. 1927년에 발행된 유니폼 빌딩코드에서는 각층 바닥면적에 따라 계단수를 산정하고 있다

NBS의 보고서에 제안된 계산방법은 피난시설의 용량을 결정하기 위해서는 대상으로 하는 층의 실제 인원수를 사용한다. 그리고 피난 경로가 되는 계단의 최소 폭을 2unit, 44inch로 한다. 그리고 용도별로 요구되는 1unit당의 허용재관자 인수로 부터 계산된다.

2.6. unit폭의 폐지

1) unit폭의 이용

피난 경로 특히 계단의 폭을 unit폭으로 요구하는 방법은 생명안전위원회의 발족당시로부터 생각되어졌다. 이후 50년간의 걸쳐 unit폭은 계속되어 사용되어졌다 1988년도 이후는 unit폭을 이용한 계단 폭의 요구는 폐지되어 재관자 1인당 필요 폭만이 요구되어 현재에 이르렀다.

2) 효율적인 폭 모델

전관피난의 데이터를 많이 수집하여 정리한 결과 계단의 단위시간당 통과인수와 계단 폭의 관계는 거의 직선적이게 나타나 unit폭의 근거는 없어지게 되었다. 현재의 1인당의 피난 폭인 0.3inch는 기존의 1unit폭과 허용되는 75인과의 비율과 비슷하다.

2.7 피난경로의 수와 배치

1) 피난경로의 수

피난경로를 2개 이상 확보하는 것은 피난안전규정이 작성되어 최초로 부터의 기본적인 요구사항이다. 극장의 경우 피난경로의 수는 2개 이상 폭은 20인에 대하여 1피트를 요구하고 있다. 집회시설의 경우에는 3~5개의 경로를 요구 하였다. 1988년의 Life Safety Code에서는 모든 용도로 적용되어 거의 현재의 형태로 이르게 되었다.

2) 최대 보행거리의 제한

두 개 이상의 exit는 화재영향으로부터 동시에 사용할 수 없게 되는 것이 없도록 가능한 한 격리시킨다는 방법이 필요하다. 최대보행거리는 건물 내의 가장 떨어진 지점으로부터 가장 가까운 exit까지의 보행경로에 따른 거리로 측정된다.

NBS의 보고서에서는 용도에 관계없이 최대 보행거리를 100ft이하로 하는 것(전관 스프링클러를 설치 시 150 ft이하)을 제안하였다. 현행의 기준도 거의 비슷하나 스프링클러설비가 있는 경우 보행거리는 더욱 길게 되고 있다.

3) 피난시설의 이격거리

피난경로가 하나로 제한되어 있는 범위의 보행거리를 제한하는 규정이 새롭게 설정 되었다. Life Safety Code의 1985년도 판으로부터 두 개의 exit는 exit가 커버하는 범위를 포함하는 공간의 직경의 1/2이상의 거리를 떨어뜨리는 규정이 추가 되었다.

2.8 현재의 Life Safety Code

현재의 Life Safety Code에서는 성능설계가 도입이 되었다.

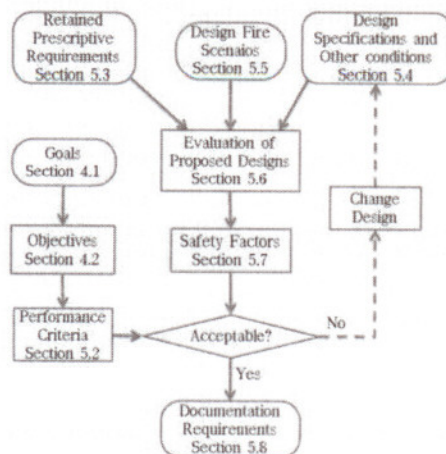


그림1. 성능설계의 적합성판정절차

법규에는 신규와 기존의 건물을 구분되어 규정하고 있다.

NFPA 101에서는 다음 그림1.과 같은 플로 어로 성능위주의 설계를 하도록 하고 있다. 5 장에는 일반적인 사항과 성능기준, 존속되는 규제, 설계사항 및 기타조건, 화재시나리오, 설계안의 평가, 불확실성에 의한 안전계수, 문서화에 대한 내용으로 성능위주의 설계를 위한 규정이 나와있다. 성능설계에 관한 자료는 기존의 자료도 사용가능하며 출처를 정확히 해야하고, 설계에 대한 평가도 규정이 되었고 모든 내용을 문서화 하도록 하고 있다.

또한 재판자 밀도에 의한 수용인원의 수가 규정되어 있었었다. 또한 수용인원에 대한 피난계단의 수가 정해져 있었다. 피난exits의 규정이 구조에 따라서 세분화되어 용도에 따라 다양한 피난로가 규정이 되어있다 또한

3. 우리나라와의 비교 및 개선방안

1) 우리나라와의 비교

우리나라 역시 많은 인명 사고를 발생한 화재가 있다. 1971년 크리스마스 아침에 발생한 대연각 호텔 화재는 163명의 사망자가 발생하였고 84년 부산 대야호텔에서 발생한 화재는 38명의 사망자가 발생하였다. 또한 2003년 2월 18일 대구 중앙로역에서 발생

한 대구 지하철화재는 사망 101명, 부상 202명의 인명피해가 발생하였다.

하지만 우리나라의 경우에는 적극적인 법규의 개정은 미비하다. 대구지하철 화재가 발생한지 5년이 된 지금까지도 피난에 관한 법규의 개정은 시도되고 있지만 미비하다.

또한 미국의 경우에는 기존의 법규를 개정하여 50층 이상의 초고층에도 사용이 가능하도록 법규를 개정하여왔다. 하지만 우리나라는 현재에도 초고층에도 고층과 같은 규정을 사용하고 있다.

이미 미국의 경우에는 성능설계가 도입이 되어 피난에 관한 분야에서도 법규로 규정하고 있지만 우리나라의 경우에는 아직 도입한다는 것만 나와있고 그에 관련된 내용은 자세히 정해져 있지 못하다.

2) 개선방안

우리나라도 미국과 영국 등 다른 선진국과 마찬가지로 수용인원에 대한 규정이 필요하고 그에 따른 피난경로의 규정이 필요하다. 따라서 우선적으로 우리나라의 재관자 밀도의 산정을 위한 조사가 선행되어 우리나라에 맞는 재관자 밀도의 산출이 필요하다.

또한 건물이 날로 초고층화가 되어가고 있기 때문에 기존의 고층에 대한 규정으로는 부족한 점이 많다. 초고층건물의 화재는 큰 인명피해가 발생할 가능성이 높다. 따라서 기존의 법규를 수정하여 초고층에도 적용해도 안전하도록 해야 할 것이다.

우리나라도 성능설계를 2009년에 도입하려고 하고 있다. 따라서 미국이나 일본 등에서 먼저 시작한 성능설계를 바탕으로 우리나라에 맞는 성능설계의 규정이 필요하다.

4. 결론

미국의 피난 안전 규정은 1911년 147명이라는 희생자가 발생한 뉴욕의 Triangle Shirtwaist공장 화재이후 많은 검토가 시행되었다. NFPA에서는 1913년 인명안전위원회를 설치하여 재관자인수의 제한을 검토하였고 1unit=22inch의 유니트 폭당의 허용재관자 인수를 제한하고 최대피난시간은 3~5분으로 제한하였다. 처음에는 일람표형식을 사용하였으나 사용상의 어려움과 초고층의 출현으로 일반화된 식이 도입되었다. 또한 건물의 고층화로 인하여 전관피난시간이 어려워지자 계단실까지의 피난시간으로 변화하였다. 1988년 이후로는 unit폭은 사용되지 않고 있다. 피난 경로의 수는 2개(극장 및 집회시설 3개)이상으로 규정하고 있다. 고층건물에 대하여는 중복 보행거리의 제한이 유효하지 않은 것도 있으므로 피난시설의 이격거리를 직접 규정하고 있으며 이를 토대로 최근의 NFPA의 규정에는 성능설계 방안으로 발전 되었다. 우리나라도 성능설계를 도입하기 위해 준비 중이므로 참고 해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 (2007-0022-1-1)의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) NFPA 101 Life Safety Code Handbook, 2003.
- 2) Uniform Building Code, Sec3309,International Conference of Building Officials, 1927.
- 3) DESIGN AND CONSTRUCTION OF BUILDING EXITS, National Bureau of Standard, 1935.
- 4) Casey Cavanaugh Grant: Triangle Fire Outrange and Reform, NFPA Journal, pp.73-82, 1993.
- 5) 차종호, 성능위주 소방 설계의 국내법규와의 연관성 연구, 서울시립대학교 방재공학과 석사논문, 2005.