

고층 대형건축물에서의 피난시설 계산방법

김 병 호 <현대방재연구소장>

1. 서 언

우리가 가장 두려워 하는 것중의 하나가 죽음이다.

그런데 화재로 인한 죽음에 대하여는 대개 나를 제외하고 생각하는 경향이 있다.

하자. 그는 화재에 대한 전문지식도 없기 때문에 자기의 경험을 바탕으로 건물관리를 할 수 밖에 없다.

그는 과거에 고층건물에 살아 본 적이 없기 때문에 별도의 교육이나 자신이 배우기 전에는 방화에 대한

사람이 건물에서 피난시 피난속도는 평균 3.5feet / set로 한다. 그리고 피난자로부터 150ft 이내에 피난시설이 있도록 규정한다.

그리고 피난시간 $T = \frac{N \times n}{r \times u}$ 으로 계산한다.

여기서

T = 피난완료시간(분)

N = 1층 이상층에 있는 피난자의 수 (인)

n = 계단에 있는 사람수

(이 경우 1인당 계단점유면적은 3ft²로 함)

또는 그 계단이 있는 층의 사람수중 적은 값(인)

r = 매분 피난단위폭당 피난할 수 있는 피난자의 수(인)

u = 피난단위폭의 수(이 경우 22인치를 1피난단위폭으로 피난폭을 22인치로 나누고 나머지가 12인치 이상이면 1/2 피난단위폭으로 산입하고 12인치 미만은 삭제함)

<우리나라 화재사상자 >

<내무부 화재통계 >

년 도	화재발생건	사 망	부 상	사상자 계	1인사망화재	1인사상화재
1985	8,137	260	820	1,080	31건	7.5건
1986	8,453	306	881	1,187	28건	7.1건
1987	10,144	321	1,153	1,474	32건	6.9건
1988	12,507	414	1,136	1,550	30건	8.0건
					평균30.25건	평균7.37건

표에서 나타난 바와 같이 1985년부터 1988년 사이의 평균 사망자를 보면 약 30건의 화재에 1명 사망하며 부상자를 포함한 사상자는 약 7건당 1명 발생하는 것으로 집계되고 있다.

근래에 와서 우리 사회는 인명경시 풍조가 만연하여 각종 강력사건이 연일 신문에 오르내리고 있어 일년에 화재로 1,000여명 쯤 죽더라도 뭐 그리 큰 문제가겠는가 하며 무감각해져 있다. 이는 주위에서 보다 적극적인 충격을 계속 받고 있기 때문일 것이다.

그러나 이러한 일이 자신의 주위에서 일어나면 그러한 생각은 완전히 바뀌어 질 것임에 틀림없다.

이러한 현상은 우리에게 피해를 주는 대상에 대한 무지에서 비롯된다고 할 수 있다.

여기 고층 건물의 관리자가 있다고

지식이 부족할 수 밖에 없을 것이다.

현행 건축법령상 화재시 피난에 관한 사항은 거실의 면적 및 보행거리에 따른 피난계단 및 비상구의 수를 정해놓는 정도의 원칙론에 머물고 있고, 소방법령상에는 피난 유도표지, 피난기구, 방충설비 등에 대한 화재시 피난시설까지의 경로, 보조피난시설 등 지엽적인 사항을 규정하고 있어 피난계획의 기본 사항이 결여되어 있는 실정임에 비추어 미국의 NFPA와 일본에서 시행하고 있는 피난계산에 대하여 소개하고자 한다.

2. 피난계산방법의 소개

1) NFPA 규정

NFPA에서 정하는 피난계산은 몇가지 원칙을 정하여 놓고 이에 의하여 수행한다.

적용예1

위의 원칙을 기준하여 22층 건물의 피난시간을 계산하여 보면 다음과 같다.

<조건>

1. 매층 피난자수 80인(1층의 피난자는 제외함)
2. 2개의 44인치의 피난계단 설치
3. 각층에 피난계단의 면적은 320ft²
4. 계단을 이용하는 매분 피난자의

속도는 피난단위폭당 43인
 <피난계산>
 $N = 21\text{층} \times 80\text{인} = 1,680\text{명}$
 $n = 320\text{ft}^2 \div 3\text{ft}^2 = 106.6\text{인}$
 80인중 적은 값 80인
 $r = 43\text{인}$
 $u = 4\text{개}$

$$\frac{N + n}{r \times u} = \frac{1680 + 80}{43 \times 4}$$

= 10.23(분)
 위 계산 예에서 피난속도 즉 r은
 43인 / 피난폭단위 / 분인데 이 수치는
 경우에 따라 달라진다.
 계산을 내려갈 때에는 피난폭단위
 22인치(55.9cm)당 1분간 피난자수는
 45인 까지로 정하고, 계단이 아닌
 수평면인 경우에는 60인 까지로 규정
 한다.

< 수용인원 산정 근거(NFPA) >

Summary of Life Safety Code Provisions for Occupant Load and Capacity of Exits

Occupancy	Occupant Load Sq Ft (m ²) per Person	Capacity of Exits Number of Persons per Unit of Exit Width				
		Doors* Out-side	Hori-zontal Exit	Ramp Class A	Escalator	Stairs
Places of Assembly	15(1.39)Net	100	100	75	75	75
Areas of concentrated use without fixed seating	7(2.13)Net					
Standing space	3(0.91)Net					
Educational		100	100	60		60
Classroom area	20(1.86)Net					
Shops and vocational	50(4.65)Net					
Day Nurseries with sleeping facilities	35(3.25)Net					
Health Care		30	30	30		22
Sleeping departments	120(11.15)Gross					
Inpatient department	240(22.30)Gross					
Residential	200(18.58)Gross	100	100	75	75	75
Mercantile Street		100	100		60	60
floor and sales basement	30(2.79)Gross					
Other floors	60(5.57)Gross					
Storage-shipping	300(27.87)Gross					
Office areas	100(9.29)Gross					
Business	100(9.29)Gross	100	100	60	60	60
Industrial	100(9.29)Gross	100	100	60	60	60
Detention and Correctional occupancies	120(11.15)Gross	100	100	100		
				60		

* Not more than three risers or 21 in. (533mm) above or below grade.

적용예2

12층 호텔건물에서 피난시간을
 계산한다.

<조건>

1. 매층당 수용인원 124인
2. 폭 44인치 피난계단 1개소 및
36인치 피난계단 1개소
3. 각층당 피난계단실 면적 300
ft²
4. 피난폭단위당 1분간 피난자수는
40인

<피난 계산>

$$T = \frac{1364 + 100}{40 \times 3.5} = 10.45(\text{분})$$

적용예3

단층의 교회건물로서 예배당의
 거실면적이 3,200ft²이다.

이 교회의 수용인원을 계산한
 다.

<계산>

$3,200 \div 7 = 457.14 = 457(\text{인})$
 위 문제 3에서 수용인원은 피난계
 산에서 항상 기본 요소가 된다.

적용예4

교회건물의 주출입구의 폭은 44
 인치이고 양옆에 각각 폭 38인치의
 부출입구가 있다.

이 경우 피난폭 단위는 얼마인가?

<계산>

$$(44 + 38 + 38) \div 22 = 5.45 \rightarrow 5(\text{단위})$$

위 문제는 피난폭 단위는 22인치이
 며 11인치는 0.5단위로 인정하므로
 0.5단위 이상은 0.5로 하고 0.5단위
 미만은 인정하지 않는다.

적용예5

적용예4)의 교회에서 출입구를 기준으로 한 최대 피난자수를 계산한다.

즉 1개의 주출입구와 양옆 2개의 부출입구로 피난할 수 있는 최대허용 피난자수를 계산한다.

$$5 \times 100 = 500\text{인}$$

위 문제는 수용인원 산정근거표에서 피난폭 단위당 피난자수는 계단 이외에는 100명이다. 그리고 적용예4)에서 피난폭 단위는 5였다.

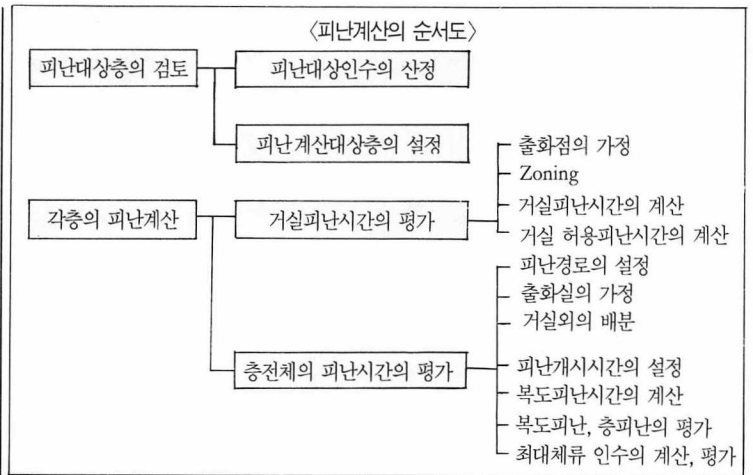
따라서 적용예3)에서 예배당 건설 면적을 기준으로 한 최대수용인원이 457명이고 이는 500명 미만이므로 적절한 피난시설 계획으로 되었다고 판단된다.

2) 일본건축기준법령에 의한 피난 계산

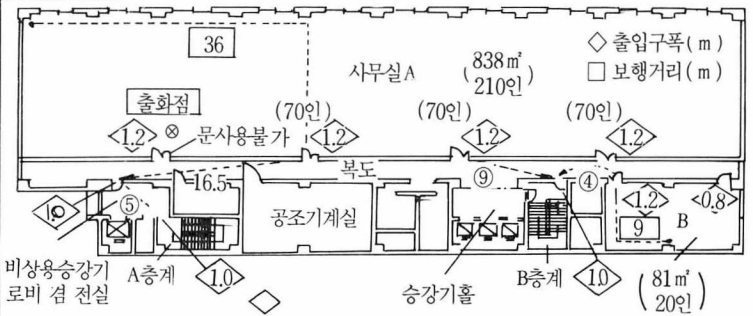
현재 일본에서는 높이 31m를 넘는 고층건물에 대하여는 방재계획서를 제출하도록 되어 있는데 그 방재계획서에는 피난시간을 계산하도록 되어 있다.

즉 1차 안전구획, 2차 안전구획에 대한 각각 피난필요시간(T)와 허용 피난시간(TO)과를 비교(TO≥T)하도록 계산하기 위하여

- 수용인원의 결정
- 피난경로의 결정(보행거리, 복도, 개구부의 폭, 계단의 수)
- 안전율의 결정
- 허용피난 시간의 결정
- 피난시간 계산등을 명시하도록 되어 있다.



적용예6 다음과 같은 사무실건물의 1개층에 대한 피난계산



(1) 거실피난 검토

계산사항	거실	사무실 A	사무실 B
거실 면적	A1 (㎡)	838	81
거실인구밀도	p (인/㎡)	(임대빌딩) 0.25	(임대빌딩) 0.25
피난대상인원	N1 (인)	210	20
거실복도합계	(m)	1.2×4=4.8	1.2+0.8=2.0
피난복도합계	ΣB1 (m)	4.8-1.2=3.6	2.0
거실피난시간	(내통과시간) (sec)	$\frac{210}{1.5 \times 3.6} = (39)$	$\frac{20}{1.5 \times 2.0} = 6.7$
	(보행 시간) (sec)	$\frac{36}{1.3} = 28$	$\frac{9}{1.3} = (6.7)$
거실허용 피난시간	(sec)	$2\sqrt{838}=58$	30
거실 피난 판정	(T≤T1)	OK	OK

(주) 이경우, 사무실B는 200㎡ 이하이고 인구밀도 0.5인/㎡ 미만의 거실이므로 거실피난시간의 평가는 생략해도 좋다.

〈 수용인원 산정근거(일본) 〉
피난계산용 인구산정밀도

건물용도	대상부분	인구밀도 (인 / m ²)	비 고
백화점 또는 상업용빌딩	매 장	0.5	에스칼레이터부분, 통로를 포함한 매장유효부분전체에 대한 밀도. 주방은 호텔향을 따른다.
	연 속 식 점 포 모 양 부 분	0.7	
	음 식 점 코 너	0.5	
	매 장	0.25	
사무용빌딩	집 회 장 등	1.5	60m 이하인 부분에 대하여도 이 값으 로 한다. 고정석이 없는 경우의 값, 고정석이 있 는 경우에는 席數에 따른다.
	일반사무실 높이가 60m를 넘는 사무용빌딩 높이가 60m이하인	0.125	
	자 사 빌 디ング	0.16	
	임 대 빌 디ング	0.25	
	회 의 실	1.5	
	400m ² 이상 400m ² 미만 식 당 · 음 식 점	0.6 0.7	
호 텔 · 여 관	객 실	—	수용가능인수에 따른다. 실태 또는 예상으로 결정.
	음 식 점	0.5	
	주 방	—	
극 장 · 영 화 관 회 의 당 등	연 회 장	1.0	좌석수에 입석(2인 / m ²)을 더한수 로 한다. 실태 또는 예상으로 결정.
	객 식 등	1.5	
병 원	사 무 실 등	—	BED수에 따른다. 의사 · 직원을 포함한다. 사무소 빌딩에 준하거나 실태에 따른다
	병 외 래 부 문 실	0.2	
	사 무 실	—	
공 동 주 택	세 대	—	침실수에 1을 더한 수로 한다. 좌석수에 따른다.
	교 실	—	
학 교 · 대학 등	연 구 실	—	일반사무실에 준한다. 실태 또는 예상으로 결정.
	실 협 실	—	
	실 협 실	—	

(2) 층피난 검토

- 출화점을 사무실A의 문부근이라고 생각하여 그 문이 사용불가하다고 하여 계산한다.
- 사무실A는 전체를 볼 수 있는 공간으로 문은 균등하게 이용할 수 있어 1/3의 인원을 배분한다.
- 출화실인 사무실A에는 전원이

동시에 피난개시하는 것으로 하여(aTO = 58초) 배출화실인 사무실B의 피난개시는 58초후(bTO = 116초)로 한다.

- 복도로 나가는 사람은 문에서 가까운 쪽 계단을 이용하는 것으로 배분한다.

(3) 체류면적 검토

- 그래프에서 복도의 체류인원을

구한다.

- 체류밀도는 복도에서 0.3m² / 인, 전실은 0.2m² / 인으로 한다.

〈 체류면적의 평가 〉

	A 계단	B 계단
복도내최대체류인수 (인)	37	87
필요 복도 면적 (m ²)	11.1	26.1
실제 복도 면적 (m ²)	60	
판 정	OK	OK
전실내최대체류인수 (인)	8	
필요 전실 면적 (m ²)	1.4	
실제 전실 면적 (m ²)	17	
판 정	OK	

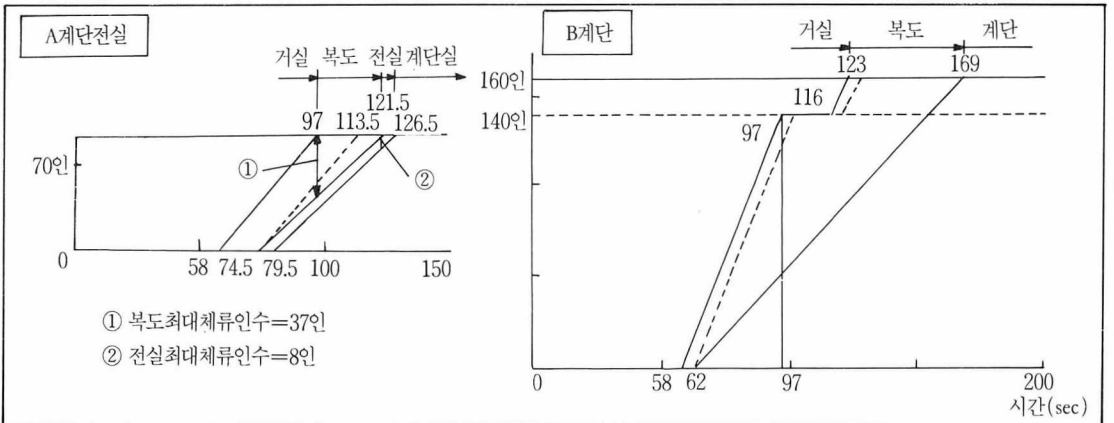
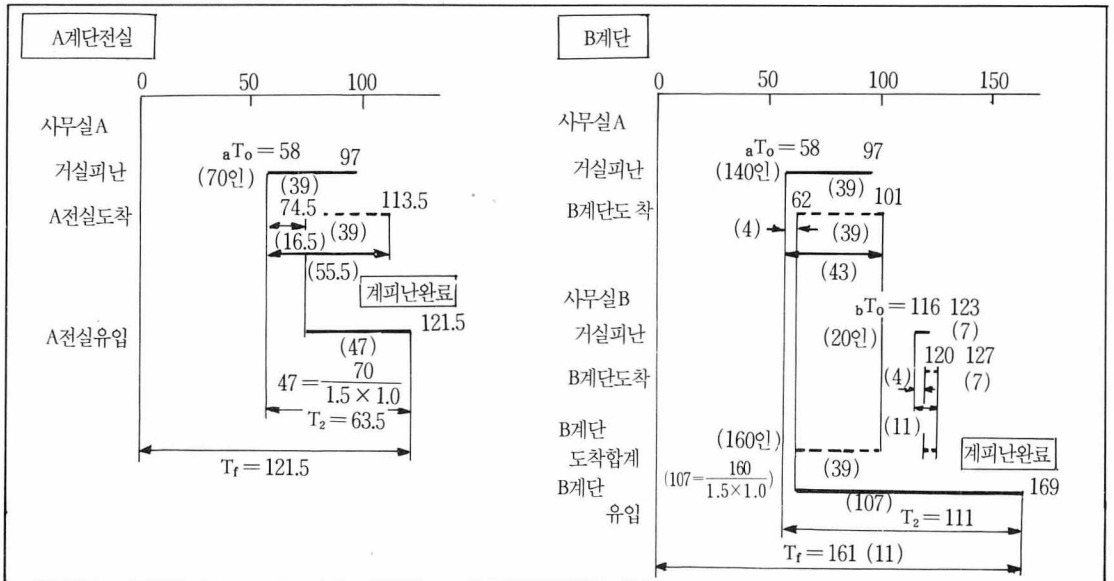
3. 결 론

위에서 미국과 일본의 피난계산방법 중 각각에 대하여 예시하고 검토하였다.

이 두가지 예는 그 개념에서 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

NFPA의 경우는 건물밖으로 완전히 피난하는 것을 기본으로 하여 설정하는데 대하여 건축기준법의 경우에는 어느 층에 대한 세부적인 사항이 복합적으로 계산에 적용되고 있다.

따라서 후자의 계산이 복잡하다. 그러나 경험적인 식에 의한 계산식에 의한 것을 어떻게 실제의 경우에 접근시킬 수 있는가가 계산결과와 신뢰도에 영향을 줄 것으로 판단된다. ㉞



< 층피난의 평가 >

		A 계 단 전 실	B 계 단
복도 피 난 시 간	$T_2(\text{sec})$	63.5	111
복도허용 피난 시간	$rT_2(\text{sec})$	$4\sqrt{838+81+120} = 4\sqrt{1,039} = 129$	
판 정	$(T_2 \leq rT_2)$	OK	OK
층 피 난 시 간	$T_f(\text{sec})$	121.5	161
층허용 피 난 시 간	$aT_f(\text{sec})$	$8\sqrt{1,03} = 258$	
판 정	$(T_f \leq aT_f)$	OK	OK