

防災設計時の避難計劃

朴 永 壽

〈本協會・點檢 1部〉

本稿는 建築防災를 爲한 設計를 計劃할 境遇避難計劃이 占하고 있는 領域 및 重要性을 把握하고 實質的인 避難計劃의 基本原則에 對한 概念考察과 이에 따른 數理的인 側面을 檢討코자 마련하였음.

1. 방재계획과 피난계획

건축이란 조립되어 있는 공간의 집합과 각종 설비와 공간을 보존할 수 있는 가구체와 이들을 유지시키기 위한 건물 관리로서 형성되어 있다고 볼 수 있다. 여기서 방재계획도 같은 개념으로 볼 수 있다 (그림 1 참조).

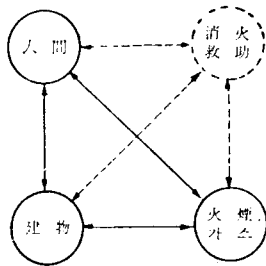


그림 1. 火災의 System 개념
건축계획이란 건물의 공간구성 즉 planning(계획)으로서 동선계획, 계단배치, 거실의 넓이, 복도, 출입구의 폭 등의 계획을 말한다.

한편, 설비계획이란 건축계획에 따라 방재설비의 선택과 배치를 말하며, 건물관리란 거주자 관리자의 건물사용 방법과 방재의식이며 나머지는 건물개개의 용도, 규모 등에 따라 각별히 고려하여야 할 요소들인 것이다.

방재계획이란 圖 2에서와 같이 계층구조를 형성하고 있다. 여기서 下部구조에 결함이 있을

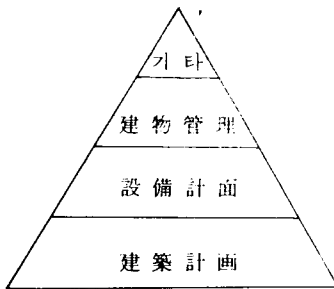


그림 2. 防災計劃의 構成

上部 구조에서 이를 보장한다는 것은 계획상 상당히 비경제적이다. 이 중에서도 가장 기본이 되는 건축계획상의 방재과제는 어떻게 하여야 하는가를 명백히 할 필요가 있다. 한마디로 말하면 방재과제는 바로 피난계획을 의미하는 것이다.

스프링클라 등의 자동소화설비가 완비되어 있으면 화재도 빠른시간내에 진압되며 그와같은 건물에는 피난에 역점을 두지 않아도 된다는 것은 논할 필요가 없다.

실제적으로 미국의 조사에 의하면은 출화된 것중 98%가 스프링클라로 진화되었다는 것이다 그러나 스프링클라가 작동할 때까지 사람은 그 장소 어느곳에서도 피난할 수 있는 피난계획이 세워져 있어야 함은 두말할 필요가 없다.

요는 전체적인 방재계획중에 피난계획을 효율적으로 배치하여 경제성과 확실성을 가지고 건

측계획=피난계획임을 확실히 하기 위하여 어떤 방법이 유효한가를 생각하여야 할 것이다.

2. 피난계획의 원칙

피난시설을 보기 좋게 배치하는 것으로 피난계획이 잘 되어 있다는 생각은 버리는 것이 좋다. 피난시설이란 전용의 피난시설 말고도 문, 복도, 계단 등을 피난용으로 활용할 경우 이들도 피난시설이라 할 수 있다.

평상시의 動線이 비상시에도 안전하게 확보되고 부리하지 않게 사용가능한 것이 이상적이다. 이와같은 의미에서 피난계획은 동선계획이 되는 것이다.

日常性을 고려한 동선계획에 非常時의 考慮를 加하여야 된다는 것이다. 그러나 비상시보다도 일상성의 비율이 압도적으로 높은 비율이므로 피난계획은 아무래도 일상생활에 지장이 있게 된다. 그러면, 피난계획을 설계할 때 어떠한 점을 고려하여야 하는 것을 살펴보면

- ① 피난로의 배치
- ② 피난로의 방향
- ③ 피난로의 확보~의 3가지로 요약할 수 있다

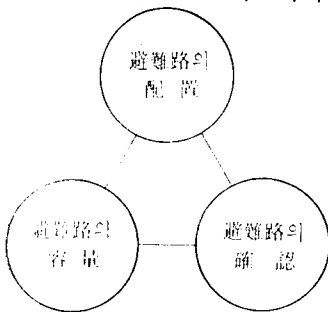


그림 3. 避難計面の 3要件

위의 3가지 요건은 상호 밀접한 관계를 가지고 있으므로 피난계획을 수립함에 있어 圖 3과 같이 분류해보면 이해가 쉽다.

3. 피난로의 배치

(1) 피난로의 방향

피난로는 일상동선을 가능한 한 이용함이 좋

다. 또한 단순, 명쾌하고 가능하면 자연채광이 바람직하고, 자연배연 및 특히, 야간에 이용성이 좋아야 한다. 여기서 피난로에 면하여 개구부를 내는 것은 적극 피하여야 한다.

(2) 안전지역으로의 방향

안전지역이란 각층에 있어서 피난행동의 제 1 목표가 되는 장소와 건물밖으로 통하는 지상과의 2가지의 통로로 대별된다. 건물내에서의 안전지역은 계단이다. 특별피난계단이 설치되어 있는 건물에는 계단과 부속실 또는 발코니를 제 2차의 안전구획으로 하고 이곳에 도달하기까지의 經路(방화구획이 되어 있는)를 제 1차의 안전구획으로 한다.

안전지역으로의 방향설정이란 함은 건물밖의 안전지역과의 관계를 고려하여 건물내의 계단배치를 말한다.

계단은 건물밖 또는 화재발생층에서 탈출할 때 가장 기본적인 시설이지만 한편 연돌작용을 한다는 사실도 주의를 요한다. 계단에 연기가 차서 화재가 확대되어 희생자가 나는 사고예가 많으므로 계단은 절대적으로 불이나 연기가 차단되어야 한다.

인구밀도가 높은 건물이나 거주인구가 많은 건물에는 피난자가 계단을 향하여 쇄도할 경우 계단실문이 연기나 불로부터 차단되어 있어 대피가 가능한 것이다. 여기서 또한 고려하여야 할 사항은 계단의 수가 최소한 2개소 이상이어야 하며 상호간 일정한 안전거리를 확보하여야 한다는 점이다.

(3) 표시방법

표시를 유도등의 일종으로만 생각해서는 안된다. 예를들면, 계단을 불이나 연기로 부터 보호하기 위해서는 거실로부터 가능한한 떨어져야 하지만 일상 동선으로부터 상당히 떨어져지면 불편하게 되고 피난계획의 원칙에도 좋지않다.

이와같이 상반되는 과제가 피난계획에 부과되

어 있지만 이를 보조할 수 있는 수단의 하나가 표시가 아닐까 한다. 피난통로를 알아보기 쉽게 한 계획의 전부가 표시라고 생각한다.

4. 피난로의 용량

건물의 규모가 변하게 되면 인명수와 피난거리도 변하게 된다.

피난에 필요한 시간은 우연적인 요소와 필연적인 요소가 있다.

피난로의 용량은 피난시간에 의해서 결정적인 요소의 하나가 된다. 그러나 「안전한 시간」이란 과연 몇분을 말하는가 하는 것은 확실치가 않다

근래, 화재의 후레쉬오바—(불완전연소중 실내의 연기농도와 유입공기와의 비율이 어떤 값을 초과할 때 폭발적으로 화재가 확대되는 현상)까지의 시간을 알아보자.

일본전설실 “건축방재계획지침”에는 表 1, 表 2에서와 같이 피난 시간을 권장하고 있다. 실제로 연기의 전파모양도 인간의 행동과 같이 건물의 형태와 장소의 상황에 따라 크게 좌우될 수 있다.

연기의 농도와 인간의 생명한계는 정량적으로 포착되지만 그 농도에 달할때까지 몇분의 여유가 있는 가는 아직도 모른다. 그러나 실제의 설계에 있어서는 아무래도 기준이 되는 수치가 필요한 것이다. 약속한 것으로서 表 1, 表 2의 수

〈表 1〉 거실면적별 피난권장시간(일본방재계획지침)

거실면적 A(m ²)	200	500	1,000	1,500	3,000
피난권장시간, T ₁ (초)	30	45	60	75	105

〈表 2〉 각종별 피난허용시간(일본방재계획지침)

층바닥면적 A(m ²)	200	500	1,000	1,500	3,000
피난허용시간 T _P (초)	60	90	120	150	210
(분)	1	1.5	2	2.5	3.5

$$T_P = 4\sqrt{A}$$

치를 현재에는 사용하고 있지만 이보다 근거가 있는 수치가 나타날 경우는 이의 사용은 재검토 되어야 할 것이다.

5. 용량의 산정

이렇게 산정된 피난로의 용량에는 ① 계단의 폭, ② 출입구와 통로의 폭, ③ 안전지역 등의 면적이 관계된다. 피난로의 폭과 피난거리에 의해서 피난소요시간이 결정되고 동시에 각 장소에서 대기하고 있는 행렬의 크기가 결정되면 일시에 수용할 수 있는 안전지역의 면적이 결정된다.

허용되는 시간내에 전원을 피난시키기 위해 그 수치를 어떻게 설정해야 되는가?와 반대로 설계된 계획에 의거 피난완료까지 얼마나한 시간을 요하는가? 중에서 어느것을 먼저 설정하느냐 하는 것은 방법은 다르겠지만 같은 수식을 이용하여 미지수를 산입하게 되면 결과는 같다고 볼 수 있다.

건물내에서의 피난에는 거실에서 복도를 통하여 계단 또는 특별피난계단의 부속실 까지의 범위를 우선적으로 취해 본다(그림 4).

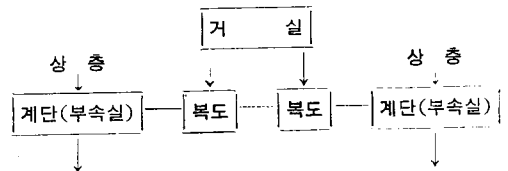


그림 4

어떤 건물에서도 피난경로 중에 거실에서 복도로 복도에서 거실 또는 부속실로 나갈 수 있는 개구부가 있다.

$$T = \frac{P}{N \cdot B} \dots \dots \dots (1)$$

여기에서 T: 소요시간(초)

P: 사람수(人)

B: 流入부분의 폭(m)

n: 유동계수로서(人/m·초)

로 표시된다.

일본 건축방재계획지침의 戸川氏의 연구에 의하면 유동계 수는 개구부나 통로 등은 1.5, 계단에서는 1.3으로 되어 있다. 이 식이 피난계단에는 지금까지 가장 기본적으로 되어 있다.

同 指針에서는 유동계수를 1.33으로 해서 그 逆數로서 1/0.75(人/m·초)로 하여 (1)式을 다음과 같이 변형시켰다.

$$T = \frac{P}{B} \times 0.75$$

(여기서는 개구부의 폭을 필요이상으로 넓게 잡을 필요는 없다)

다음 제 2의 요소는 인간의 보행속도이다.

40m의 거리에 대하여 속도를 1m/초로 하면 40초가 된다. 속도를 3m/초로 하면 13초가 된다. (인간의 보행에 관한 연구자료는 戸川씨를 비롯해서 많은 자료가 발표되어 있다)

前者의 數는 보행일로가 1.4인/m²정도의 준중상태의 경우이며 後者의 數는 몇몇 사람의 보행상태 속도이다.

보행속도는 준중상태로서 表示된 것이 실험적으로 나타나 있다.

$$V = -0.26 + \sqrt{\frac{2.39}{d} - 0.13}$$

(d : 보행밀도(人/m²))

“방재계획지침”에는 보행속도를 1m/초로 규정하고 있지만 경우에 따라서는 3m/초로 해도 좋을 경우가 있다.

적어도 1.5m/초 정도는 어느부분의 계산에 있어서도 허용될 수 있다.

다음으로 제 3의 요소는 각 장소에 있는 유출구에 있어서 시간적으로 어떻게 집중적인 방법으로 사람이 도착하는가? 하는 도착시간분포를 말한다.

예를들면, 매초 1.5인 정도 통과할 수 있는 개구부(폭 : 1m)가 있다 하여도 실제적으로 매초 1.2인밖에 통과할 수 없다면 이는 유출구라 할 수 없다.

이상 3가지 요소 즉 ① 개구부의 폭, ② 보행속도, ③ 도착시간분포가 피난시간을 결정하는 요소가 된다.

피난시간의 계산은 이 3가지 요소를 가지고 圖 3에서 나타난 것과 같이 피난 性格 전체에 대해서 포착되어야 한다.

(1) 거실피난

거실에서의 退出시간은 出口의 위치와 폭, 거실의 형상과 거주인구 등에 의해서 결정되어 진다.

예를들면, 圖 5.a와 같이 사무실의 경우 ① ② ③의 각 出口에 대한 “L”형 보행거리의 분포는 圖 5.b에 의한다.

사람의 보행속도를 1.5m/초로 하면 각 출구

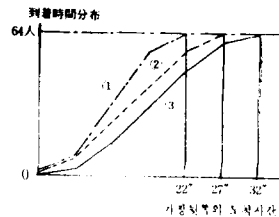
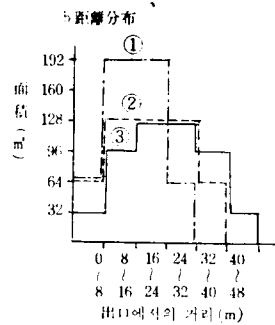
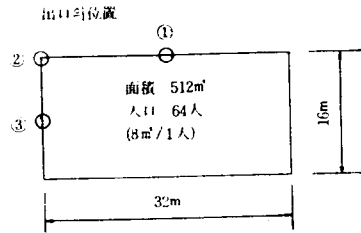


그림 5. 居室의 形狀과 避難

로의 사람의 누적도착시간분포는 그림 5.c와 같이 나타날 수 있다. 따라서 사람의 운집중의 행동은 3종류의 출구중 ②가 가장 빠르고 ①이 가장 늦는 것을 알 수 있다. 어떤 출구도 90cm 폭으로 하면 (1)式에서

$$T = \frac{64}{1.5 \times 0.9} = 48(\text{초}) \text{가 피난 소요시간이 된다.}$$

출구의 폭을 넓게 잡으면 T 는 단축된다. 예를들면 2m 폭으로 하면

$$T = \frac{64}{1.5 \times 2.0} = 22(\text{초}) \text{로서 피난이 가능하다. 여기서,}$$

圖 5.c를 보면 ①을 제외한 ②③의 경우에는 마지막으로 나가는 사람(출구에서 가장 먼사람)이 22초내에 출구에 도착할 수 없다는 것을 알 수 있다. 결국, 출구의 폭을 아무리 넓게 하여도 거실의 형상을 무시해서 피난시간을 단축시킬 수 없다는 것을 알 수 있는 것이다. 또한 피난시간은 (1)式뿐만 아니라 (2)式으로도 가능할 수 있다.

$$T' = \frac{D}{V} \dots\dots\dots(2)$$

D : 최대보행거리. V : 보행속도

圖 5의 “예”에서는 ②③의 경우 출구폭을 3m로 하여도 피난시간은 각각 27초와 32초가 걸리게 된다.

보다 자세하게 말하면 도착시간 분포도 관계되기 때문에 圖 6의 선 A에 의한것 보다 길게 된다.

(2) 복도피난

거실과 계단 또는 부속실을 연결한 공간 전부를 통로라 한다.

여기서는 면적과 폭이 문제가 되지만, 계산상은 단위시간당에서 거실로 부터의 流入量과 계단(부속실)으로의 流出量에 의해서 생각함이 타당하다.

유입을 n_i (人/초), 유출을 n_o (人/초)로 하면 $n_i < n_o$ 의 경우는 문제가 없지만 대부분의 경우

$n_i > n_o$ 일때는 매초($n_i - n_o$) 사람의 체류가 복도로 올리게 된다.

圖 5에서 出口를 (1)로 하고 폭을 1.8m로 하면 복도에로의 유입은 도착시간 분포와 출구폭의 제한($1.8 \times 1.5 = 2.7$ (人/초)으로서 圖 6의 선 A에 의하게 된다.

반면, 계단(부속실)의 입구폭을 1.0m, 그곳까지의 거리(出口 ①에서)를 6m, 보행속도를 1.5m/초로 하면 계단까지의 소요시간은 4초가 되며 유출은 1.5人/초(1.0×1.5)가 되므로 선 B에 의해 나타날 수 있다.

선 A와 B의 사이가 복도등 통로에서의 체류인수가 되며 최대는 27초에서 20인이 된다.

복도등에서는 최대체류사람수에 대해서 이를 수용할 수 있는 면적이 얼마인가를 체크할 필요가 있다. 만일 면적이 부족하다면 복도가 꼭 차게 되고 거실에서의 유입이 중지되어 거실피난시간의 지연을 초래케 된다.

예컨데, 계산상 여유가 있다 해도 지연되기 쉬우므로 심리적으로 불안을 느끼게 된다.

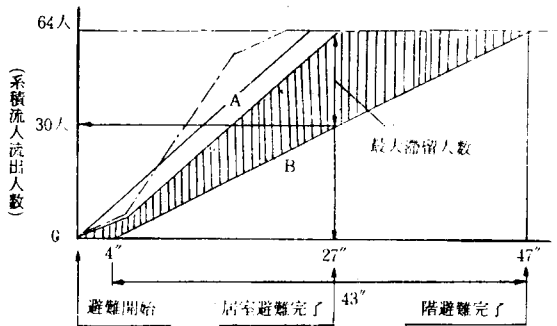


그림 6. 복도통에서의 체류인수

(3) 층(層)피난

어떤 층에서의 이탈을 위하여 계단(부속실)내에 全員이 들어 가는 경우가 있다.

피난계단의 은폭 1.2m가 일반적이지만 계단의 流動係數가 1.3일때 1.6인/초(1.2×1.3)의 통과용량을 가지고 있다.

계단입구의 한쪽 폭을 크게 해도 사람의 數는

증가하는 반면에 혼잡을 초래할 위험이 예상된다.

부속실이 있는 경우에는 그 넓이를 복도등의 경우와 같이 최대계류자를 예측하여 면적을 검토해야 한다. 특히, 쏜전물의 피난시 계단실內가 만원이 되어 유출구가 막히는 경우도 생각해야 된다. 법규상의 규정에 의해서 계단과 부속실의 면적의 합계는 거실의 3%가 되게한다. (500m²의 거실이라면 그 면적은 15m²정도를 말한다. 이 경우 거주자가 64인으로 전원이 한 장소로 몰렸을 경우도 밀도는 64÷15=4.2(人/m²)가 되므로 수용이 가능한 것이다).

(1)(2)에서는 설명을 쉽게하기 위해서 출구나 계단을 하나로 했지만, 실제로는 2개소 이상의 계단이나 출구가 필요하다. (통상적으로 계획시에는 2개소 이상을 계획함)

원칙적으로는 각 장소의 통로로 향하는 사람의 유출방향의 배분을 계획에 의거 설정하며 또한 각각의 소요시간을 산출한다. 특히, 각 장소에서의 출화점을 상상해서 가장 불리한 위치에서 출화해도 안전하게 피난할 수 있어야 한다.

그러나, 현실적으로는 계산도 복잡하고 계산만으로는 한도가 있다. 이런 경우에는 모형모델에 의한 수업이 가장 유효할 수 있다.

(4) 건물밖으로의 피난(전층피난)

피난이 건물내에서 하나의 층만으로 해결이 된다면 앞서 말한바 같이 계단실內도 혼잡하지 않겠지만 현실적으로는 전층피난을 고려하지 않을 수 없는 것이 다. 상층에서 최하층까지의 계단을 하나의 space로 생각하면 전층피난에는 1개소의 계단만으로 유출구가 하나로서 유입구는 계단수분이 되어 계단은 확실히 짝 차게 된다.

이렇게 되면, 계단의 통과효율도 저하되어 혼잡에 의한 위험도 예측케 된다. 가능한 한 전층 동시의 피난은 없어야 한다. 이를 효율적으로 처리하기 위해서는 건축상의 대책보다는 유도방법 등이 확실한 것이다. 건축계획상의 방법으로

서는 간접적으로 방화 및 방연구획의 완전화에 의해서 연기를 출화층 이외로 침입하지 않도록 함이 가장 효과적이다. 또한, 건물에서의 유출은 계단폭의 합계(계단의 수와 폭)에 의해 가능하다. 거주자 1,000명의 빌딩에서 1.2m폭의 계단이 2개소 있다면 (1)식을 이용해서

$$T = \frac{1,000}{1.3(1.2 \times 2)} = 321(1초)$$

가 개략적인 소요시간으로 보아도 좋다.

이상이 피난로용량산정의 원리적인 것이지만 여기에 안전율을 감안해야 할 것이다. 예를들면 (1)의 거실피난에서 出口의 필요폭을 2m로 산출하기 위하여 1m의 出口를 2개소 설치할 경우 어떤 이유로 한 쪽의 출구가 이용불능이 되면 피난구의 폭은 결과적으로 1/2이 되며 시간은 2배가 된다.

통상적으로 안전율을 2배로 함이 지금까지의 개념이지만 무조건 2배로 하는 것이 아니라 상황에 따라 유동성은 있는 것이다.

가령, 필요소요폭이 2m일 경우 1m 폭이 출구를 3개소 설치하면 결과적으로 안전율은 1.5가 된다. 이중 1개소가 통행이 불능이라도 2m는 확보가 가능하다. 한편, 안전율을 2로해서 2m폭의 출구를 2개소로 한 경우에도 한쪽이 통행 불능이면 남은 2m 밖에 남지 않는다. 2가지의 예를 비교해 보면 위험분산의 의미에서는 전자의 방법이 안전하다고 볼 수 있다.

그러므로, 안전율이란 피난계산의 전제조건이 붕괴될 경우에 대비해서 여유를 주는 것이기 때문에 단순히 계산된 수치에 몇배를 한다는 것은 아니다.

6. 피난로의 확보

피난로의 배치와 양량 등이 적합하게 설정되었다 해도 그것이 불이나 연기로 부터 안전할 수 없다면 안전한 계획이라고 볼 수 없다. 이를 위해 방화, 방연이 중요한 제 3의 요건이 되는

것이다.

방화, 방연은 물적인 손해를 최소한으로 억제하기 위해서고 한편 피난자를 보호하기 위한 것이다. 여기서는 특히 후자에 대한 계획상의 유의점을 생각해본다.

첫째는, 上層으로의 확대방지다.

불이나 연기는 해당층에서 끝나는 것이 원칙으로 되어 있다. 이것이 가능하다면 피난계획도 간단할 수 있다.

上層으로의 확산요인인 연돌류에는 엘레베타샤프트, 에스카레이타, 공조덕트류, 파이프샤프트 공정부분, 제단 등 다수가 있다. 건물의 core에는 이러한 공정부류가 집중되어 있고 탕비실 창고류가 집중되어 있다. 피난로는 이러한 core부분을 통과하고 있기 때문에 가능한 출화 위험도가 높은 기능부분은 분리되어야 한다.

둘째는, 동일층에서의 확대방지이다. 특히 피난통로의 방화는 물론 방연에도 주의해야 한다. core내에 대량의 연기가 유입하는 것을(전층에 대해서) 방지하려면 乘用엘레베타를 피난에 사용하는 것도 가능한 하지 말아야 한다. 또한 연기는 아무리 좁은 공간에서도 압력을 가지고 있기 때문에 침입이 가능하다. 또한 도면상의 계단에서는 완전해도 시공상의 미흡으로 인하여 방화구획상의 미충전과 담파작동의 불량으로 인해서 대화재가 될 경우가 많아진다.

7. 결 론

어떤 건물이라도 완벽하게 안전하다고는 할 수 없다. 피난을 위한 계획은 위험을 경감시키는 것이지 결코 어떠한 위험이 발생하리라고는 아무도 예측할 수 없는 것이다. 현재의 법령이나 행정지도는 방재설비대책을 강요하고 있지만 공공건축물등은 제외하고라도 상업용건축물에는 경제적인 문제도 있고 방재에 투자하여 사용면적효율을 저하시킬 수만도 없는 일면이 있기 때문이다.

문제는 그와같은 설비나 방호대책을 강구하여 확실히 효과적이며 경비를 들여서라도 그와같은 방법이 안전하다는 보장이 있다면 그와같은 설비에 의존함이 효율적이다. 그러나, 종종 설비란 고장이 나게 되어 있다. 건축설비란 것은 일반적인 기계설비 중에서도 가공정도가 낮기 때문이다.

특히 건물은 용도와 형태에 따라 特有의 특성이 있으므로 특성에 맞는 피난대책이 강구되어야 할 것이다. (☆)

(참 고 문 헌)

일본건축잡지 “건축지식” 1976. 2月號 참조.

철 저 한 점 검

신 속 한 보 상