

火災發生으로 인한 人命危險의 評價法

韓光洙/本協會點檢2部次長

· 本文은 日本建築學會計劃 Series 論文報告集 第 368號(1986. 10月)에 掲載된 論文을 옮겨 놓은 것임.

1. 序 論

火災時 건축물에 요구되는 최소한의 성능은 건축물공간을 이용하는 사람들의 생명안전을 확보하는 것이라고 생각한다. 현재의 방화설계는 주로 건축기준법, 소방법 등의 규정에 적합한 것을 최종 목표로 삼는 경향이 있지만 규정의 근거가 명확치 않는 부분도 있기 때문에 그 유효성에 대해서는 많은 문제점이 지적되고 있다.

여기서는 도대체 어떻게 하는 방법이 방화설계를 하는 데 理想的인 가에 대해서 합리적인 방향을 제시할 수 없는가를 살피고자 한다. 本報의 목적은 우선 설계 목표를 정하고 다시 그 목표의 達成度를 定量化하는 방법을 제안하고자 한다.

어떤 건축물의 任意의 공간에 潛在하는 「위험」을 定量化하는 방법이 근본적으로 주어질 수 있다면 그 중 合理的인 방법의 하나로서 「설계의 目標值로서 個個의 공간의 위험도(예를 들면 체류時間當의 사망횟수)를 一定值이하로 한다」로 하는 방법을 제시할 수 있다.

本報에서 제안하는 평가법은 설계자에게 주어진 모든 조건(도면, 관리방법, 利用想定等)을 토대로 화재발생으로 인한(이용자의 생명안전을 고려한)위험도를 定量的으로 구하여 그 위험도를 사회적 판단에 의한 基準值와의 비교에 의해서 방화설계의 완성여부를 판단할 수 있는 기준으로 이용될 수 있을 것이다. 이를 概念 Flow로 나타내면 그림-1이 된다.

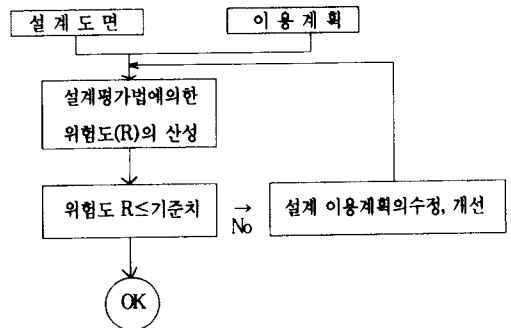


그림-1 평가법이용의 개념 Flow

2. 既存의 평가법

건물의 화재 위험도를 평가하는 대표적인 연구예

로서 다음 3가지의 평가법이 있다.

- A. 특정방화대상물의 방화성능의 평가방법
(동경 소방청) (文 1)
- B. 의료시설의 방화안전성 평가
(미국 NBS, HEW) (文 2)
- C. tree방식에 의한 綜合화재안전성의 평가
(미국 GSA) (文 3)

이 평가법의 내용은 表-1과 같다.

여기서 A는 각 항목에 부여되는 得點이 사망자의 有無로 나타나는 통계적 사실에 기인하는데 중점을 두었는데 객관성은 높지만 건물의 어느 부분이 위험한가에 대해서는 答을 구할 수가 없다. B는 대상물을 방화(혹은 방연) ZONE별로 비교가 가능하고 설계로의 Feed back이 용이하다. 또한, 이용자의 요소와 건물의 요소를 분리해서 판정하는 방법을 취했다. R을 피난시간, SG를 피난로로 해서 피난불능이 될 때까지의 시간으로 생각하면 평가법으로서 이해가 쉽다. 그러나 R의 산출이 각 요소의 득점의 合에 의했고, SG는 화재를 제어할 수 없을 정도로 확대되는 경우에 관계되는 요소(sprinkler, 內裝等)도 포함해서 각 요소의 득점의 곱으로 주어지는 형태로 되어 있기 때문에 合과 곱의 관계가 명확치 않은 점과 득점을 단지 전문가의 판단에 의하고 있는 점으로 보아 객관성이 결여되어 있다.

“C”의 연소저지 tree방식에 있어서는 각 요소의 作動性을 받아들여 평가하고 있지만 tree방식만으로는 결국 시간변동이 큰 인간요소를 감안하지 않았기 때문에 未完인 것이다. 이와같이 건물 어느부분의 무엇을 대상으로 해서 평가를 하는가. 또한 평가를 어떻게 해서 객관화할 수 있는 가가 평가법을 제안하는데 있어서 큰 문제가 되는 것이다.

表-1 평가법의 비교

명 칭 -A. 특정방화대상물의 방화성능의 평가방법

- 목 적-인명위험성의 평가
- 대 상-不特定多數를 수용하는 특수용도의 건축물

- 기본구조-①화재사례 111를 추출, 인명위험요인 29항목 각각에 대해서 어느정도 不備되어 있는가를 체크하여 不備한 항목數를 셈한다.

- ② 111의 사례중 사망자의 有無에 따라 2개 그룹으로 구분하여 이를 29항목에 부여 항목의 合計値로서 전체의 위험도를 推計한다.

- 평가의 척도-각 항목의 중복점수 合計値

- 기 준-평가된 사례전체에서 평균적인 값에 대해 1/3이하, 1/3~1/2 등의 등급으로 나눈다.

- 기 타-출화위험, 화재확대성에 대한 평가는 手法上 취급치 않는다. (文 4)

명 칭 -B. 의료시설의 방화안전성평가

- 목 적-건물 各部分에서의 화재안전성

- 대 상-의료시설

- 기본구조-① 各對象 ZONE을 이용할 사람으로 결정되는 인명위험도(R)를 득점표에서 계산한다.

- ② 각종대책(구조, 내장, SP 등)의 수준에 대응해서 결정되는 득점(SG)을 계산한다.

- ③ $SG \geq R$ 이 달성되면 “可”

- 평가의 척도-上記 ①②의 각 득점은 델파이법에 의한 전문가의 판단.

- 기 준- $SG \geq R$ 또는 SG의 요소인 화재室의 봉쇄(S_1), 소화(S_2), 피난안전(S_3)의 各々の 값이 기준치 이상일 것.

- 기 타-기존 건물에는 각 대책의 기준値가 낮게 설정되어 있다.

명 칭 -C. tree에 의한 綜合화재안전성의 평가

- 목 적-건물전체의 화재안전성

- 대 상-건축물 전반

- 기본구조-전체로서는 各 방화대책의 성공확률을 tree 해석에 의해서 總合化된 것. 단, 완

성된 것은 화재확대 CONTROL의 分岐 뿐이며 그 부분에서는 消火 system의 소화확률, 격벽의 내화성을 고려해서 공간 규모마다 성공확률을 구한다.

- 평가의 척도-공간규모별로 주어진 各 system의 성공확률(통계나 전문가의 판단)의 합계
- 기 준-화재확대 Control에 대해서는 공간규모별 성공확률의 下限을 基準値로 부여한다.
- 기 타-전체로서의 판단 機構는 未完

3. 평가법의 기본구조

3-1 목적

本 평가법에는 「각 공간에서 체재 시간당 화재로 인한 사망회수」를 위험도로 정의하고 이를 실제의 설계로서 평면마다 상대비교가 가능하도록 定量化하는 것을 목표로 했다. 특히 病室과 같이 체재자의 운동능력에 명확한 차이가 있는 경우에는 운동능력별에도 위험도가 산출가능 하도록 배려했다. 또한, 그림-1에 나타난 바와 같이 기준치를 설정할 경우에는 前章의 A의 평가법과 같이 다수의 평면에 적용해서 그 평가의 분포로부터 판단이 가능하도록 했다.

3-2 구성

확률적인 취급이 가능한 것과 또한 앞으로 얻을 수 있는 새로운 지식의 축적이 용이한 것을 前提로 다음과 같은 구조로 위험도를 구했다.

- 1) 어떤 공간(i)에 영향을 미치는 전체의 공간(j=1, N)으로의 出火를 생각한다.
- 2) 공간(j)의 出火에 수반되는 화재의 進展모델 및 인간행동의 모델을 병행해서 模造化한다.
- 3) 위험도에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되는 요소(SP에 의한 소화의 成否, 火災室의 門의 開閉 등)의 成否에 의한 事態를 分岐해서 화재발생으로 인하여 발생하는 事態를 몇개의 せ나리오(K=1, n)로 代表시킨다. 화재의 進展모델, 인간행동의 모델은 그 分岐에 對應해서 변화가능한 것으로 한다.
- 4) 各 せ나리오로 공간(i)의 체재자가 위험한 상태

로 되는 頻度를 계산해서 이를 各 せ나리오(K=1, m)에 合算하고, 다시 各出火(j=1, n)로 合算해서 공간의 위험도로 한다.

3-3 객관화에 대한 考察

本報에서 제안하는 평가법은 화재에 대해서 얻어지는 個個의 지식과 조건을 한정시켜 전체로 조립한 “평가(assessment)手法”이라 칭하며, 그 평가법의 객관성을 실증하기 위해서는 平面에 대한 評價値와 화재통계를 필요로 한다.(단, 그 작업이 불가능할 것이란 생각은 말고 실제의 建物群을 대상으로 시작한다).

여기서 우선 本報에서는 評價法을 assessment手法으로 해서 「矛盾을 포함함이 어떤가」를 하나의 用途(病棟)와 數個의 평면으로 검토하는 방법을 취한다.

4. 評價法の 基本化

本章에서는 평가법을 실행하기 위해서 필요한 몇 개의 조건을 설정한다.

4-1 위험도의 再定義

연기의 확산예측과 피난 simulation에서 「사망」을 추정한다는 것은 매우 곤란하므로 체재시간당의 사망회수는 연기로 인한 피난불능회수에 비례한다고 가정하며 단위를 체재시간당으로 함과 출화율의 시간변동등의 요소도 포함시키기 위해서(재실자는 항상 체재하는 것으로 생각해서)체재시간을 단위시간으로 읽는다.

위험도:단위시간당 화재로 인해서 피난불능이 되는 횟수

4-2 條件의 設定

다음의 條件, 계산 Program등은 適用時 주어지는 것이다.

- 1) 건축, 인간型的 조건
 - 건축물의 조건(설계도면, 내장재, 방재설비(신뢰성 포함).)
 - 인간행동의 조건(체재자의 분포(방재센터 배

치인원포함)).

· 운동능력, 피난방향(현 단계에서는 의지결정 등 심리적 요인까지는 포함되지 않음)

2) 화재性狀. 연기유동예측 program.

화재발생공간에서의 flash over의 발생시기, 복도로의 연기 流出量, 농도, 연기확산등을 계산한다. 이와 동시에 화재감지기, SP등 화재의 物理性狀만으로 작동을 하는 것에 대해서는 그 작동시간도 時間軸上에서 산출한다.

3) 인간행동의 simulation program

관리자의 화재발생 감지로부터 피난유도에 이르기까지의 행동과 피난자가 체재하는 공간에서 안전지역(불, 연기로부터 안전하게 구획된 공간)까지 이동하는 피난행동의 Simulation을 한다.

4) 공간의 출화율

출화율:어떤 공간에 대해서 제어불능의 연소(화재)가 발생하는 경우는 그 공간의 용도와 면적으로 규정한다. 여기서,

$$F_j = f \cdot A_j \dots\dots\dots (1)$$

F_j:공간 j의 출화율(회/년)

f:용도별 바닥면적당 출화율(회/년 · m²)

A_j:공간 j의 바닥면적(m²)

f에 있어서는 장래 통계결과를 이용 가능한 것으로 생각하지만 현재로서는 통계자료가 없기 때문에 本報에서는 f만 사용한다.

이상의 條件이외에 실제 평면에 적용할 때는 다시 5-1에 열거한 자세한 조건설정을 부여한다.

4-3 씨나리오의 작성

成否확률에 영향을 주는 要素마다에 해당되는 시간경과를 고려한 INVENT TREE를 만든다. 결과적으로 數個의 씨나리오가 想定한 出火室마다 作成되게 된다. 成否확률에 영향을 주는 요소로서는 다음 4가지들을 들 수 있다.

· 機器類

- 1) 감지기, 2) SP, 3) 방화문

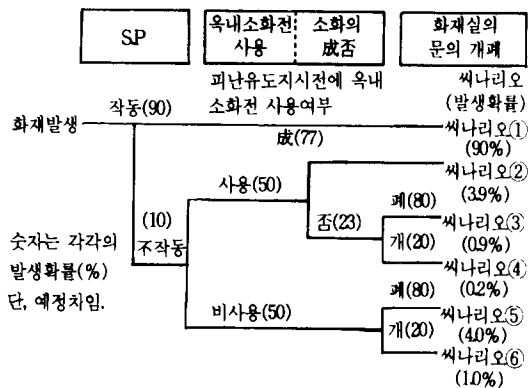
· 人間側

4) 경비직원이 감지기의 작동을 감지해서부터 피난유도에 이르는 행동을 유형화 한다. 구체적으로,

출화실에서 화재를 확인후 즉시 피난유도가 이루어지는가, 또는 소화활동후에 이루어지는가를 分岐하는 條件으로 부여한다.

上記 4가지의 요소 중 감지기를 제외하고 3가지 요소의 成否에 의해 작성된 invent-tree의 例를 그림-2에 나타냈다. 여기서 各 要素의 時系列的配置(순서)는 當然火災性狀 혹은 인간행동 예측 program으로부터 결정되는 것으로 공간(혹은, 건물)이 다르면 同一한 순서가 되는 것은 제한하지 않는다.

그림-2 INVENT-TREE의 構成



各 要素에서의 分岐확률은 기존의 연구(文 5)를 참고로 설정했다. 그림-2의 씨나리오 ① ②에서는 門開閉의 要素에 의한 分岐가 없지만 이는 flash-over(F.O)이전에 초기소화가 성공해서 피난이 필요없게 판단됐기 때문이다. 그밖에 초기소화가 안된 씨나리오에서는 F.O時 出火空門의 開閉로 分岐한다.

4-4 위험도의 계산

3-2의 방법과 4-1의 정의에서 각 공간의 위험도를 계산한다. 계산식은 다음과 같다.

$$Rt = \sum_{j=1}^m [F_j \cdot \{ \sum_{k=1}^m P_k \cdot T_k / Nt \}] \dots\dots\dots (2)$$

Rt: 공간 j 체재자의 위험도(회/年)

F_j: 공간 j의 출화율(회/年)式 (1)

n: 방화구획내의 출화공간의 總數(j제외)

P_k: TREE 중간에서 씨나리오 K의 발생확률

m: 씨나리오의 總數

Tk: 공간 j에서의 出火로서 공간 j에 있는 사람중
 씨나리오 K에서 피난불능이 된 사람수(人).
 연기로 인해서 피난불능된 時點을 피난공간연
 기의 減光係數 Cs가 일반인의 피난시 허용 농
 도인 0.15m(文 6)을 넘는 時點으로 하고 이
 時點에서 安全域에 도달하지 않은 피난자는
 피난불능이 되는 것이다.

Tk는 이것중 공간 i에 있는 사람수이다.

Ni: 공간 i의 체재자數(人)

5. 病棟平面으로의 適用

5-1 적용에 있어서의 조건 설정

火災性狀 연기유통예측 Program. 인간행동의
 Simulation Program에 대해서는 各各 잠정적으로 注3,
 注4에서 기술한 내용을 이용한다. 특히 피난에 관해
 서는 自力으로는 이동불가능한 환자의 안전을 어떻
 게 확보하는가가 계획상의 중요과제이므로 이 점을
 고려 simulation model 注4을 작성시행했다.

- 계단등 수직공정에서의 연기유통을 예측하는
 것이 어렵기 때문에 위험도 계산을 먼저 출화된 방
 화구획내에 限定한다.
- 병실 이외에서의 出火는 고려하지 않는다.
- 出火室 거주자의 위험도에 있어서는 별도로 계
 산·평가토록 하고 本報에서는 다루지 않는다.
- 운동능력이 다른 사람이 同一공간에 체재하는
 경우에는 式(2)의 Tk, Ni를 同一한 능력의 사람별로
 계산한다. 결과로서 그 공간의 위험도가 운동능력별
 로 출력되도록 한다.
- 각 공간에서는 감지기가 설치되고 出火의 감지
 는 감지기에 의한 것만을 고려한다.
- 방재센터가 있고, 24시간 체제에서 관리행동
 manual에 따라 경비직원이 있다.
- 出火室이외의 공간에 있는 사람은 작동후 방화
 에 대한 책임을 지닌 직원의 지시가 있으면 최초로
 피난행동을 개시토록 한다.
- 上記 직원이외의 소화, 유도등의 활동은 고려치
 않고 직원의 위험도도 고려하지 않는다.

5-2 위험도에 대한 설정치 변동의 영향

평가법을 이용한 평면을 평가했을 때 계산의 결과
 를 구한 위험도를 변동시킨 요인을 가정해서 [화재
 계], [설비계], [인간계], [공간계]로 명칭해서 분류하
 며 Model 구조에서 表-2가 된다. 이 가운데, [화재
 계], [설비계]에 있어서는 평가법으로 사용한 設定值
 정도의 精度를 기대할 수 있지만 [인간계], [공간계]
 의 설정값은 human-factor가 들어있는 의미에서 큰
 변동이 예상된다. 여기서 [인간계], [공간계]의 설정
 치 변동에 위험도에 어떤 영향을 미치는 가를 표준
 적인 평면(그림-8(a))에서 검토한다. 表-3은 表-2
 중 3가지 요소에 주목해서 이 표준의 설정값과 변동
 의 조건을 제시하고 있다.

그림-3은 표준의 설정값을 이용해서 행동한
 Simulation결과를 時系列上에 나타낸 것이다. 먼저 火
 災性狀, 연기유통, Simulation으로부터 F.O의 발생은
 180초가 된다. 이때 화재실의 문이 열려 있는가. 닫혀
 있는가로서 복도가 피난불능이 되는($C_s \geq 0.15$) 시간
 은 180초 (Simulation ④⑥), 273초(Simulation ③⑤)가
 주어진다.

表-3중 a(관리자의 致着)가 F.O(180초)이하가 되
 는 경우는 소화활동이 불가능하기 때문에 invent-
 tree 자체가 변화게 된다(그림-4).

그림-5, 6, 7에 設定值의 변동에 의해서 각 공간마
 다 환자의 운동능력별로 구한 위험도의 분포가 어떻
 게 변화하는가를 나타낸다. 이 그림에서 橫軸은 바닥
 면적당의 출화율(式(1)의 f, 注 1)을 보면 式(2)의 Rt
 가 되는 수치에서 위험도를 나타낸다. 縱軸은 평면의
 각 단위에 있는 환자가 어느 위험의 범위에 어느만큼
 분포되어 있는 가를 나타냈다.(注 5)

表-2 本평가법에 의한 위험도를 변동시키는 요소

A. 화재계
A-1: 출화율
A-2: F.O의 발생시기
A-3: $C_s \geq 0.15$ 의 시기
B. 설비계
B-1: 감지기유무, 작동신뢰성, 작동시기
B-2: SP유무, 작동신뢰성, 작동시기
B-3: 화재실 문의 성능, 폐쇄율
C. 인간계

관리자	C-1: 관리자가 화재확인에 요하는 시간
피난자	C-2: 초기소화활동의 유무와 성공율 C-4: 피난지시시간, 유도자의 사람수 C-4: 피난자의 운동능력
D. 공간계	D-1: 용도, 규모 D-2: 평면(안전예의 수, 피난경로수, 피난거리, 복도폭, 개구부폭) D-3: 공간의 사용, 관리상황

表-3 設定値의 변동

	標準値	變動條件
a. 관리자의 出 火警 도착시 간(감지기작 동후)	평가법 계산조건에 의한 값(방재센터- 가장 먼 병실의 경 우): 80초	I (0초) V (90초) II (60") VI (100초) III (70") VII (120초) IV (80") I ~ V 까 지는 표준치 F.O이 전
b. 환자의 운동 능력	실측조사값(주 4 참 조) A: 자유보행 0.8m/s 85% B: 지팡이·양혜어 0.4m/s 20% C: 부축 嚮함 0.8m/s 15%	A가 100%
C. 安全域數	2개소이상(평가하는 방화구획에 집합 것)	1개소(평면(a)에서 는 우측만)

그림 3 時間軸上的 씨나리오

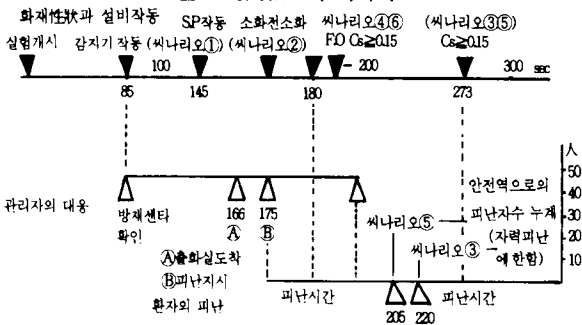


그림 4 event tree의 변화

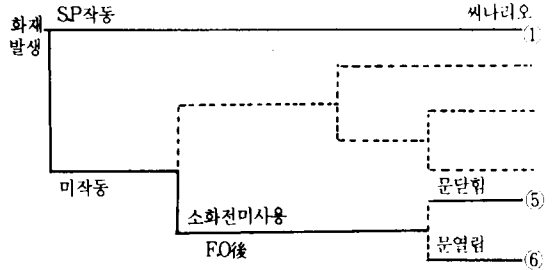
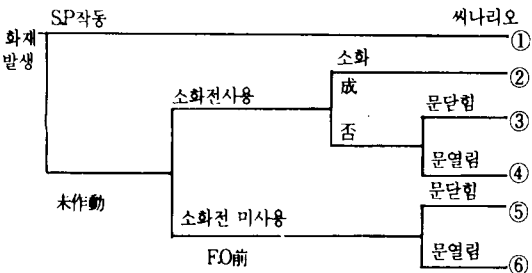


그림-9(a)는 표준설정치의 각 공간의 위험도를 평면도상에 나타낸 것이다.

a 관리자의 출화실로의 도착시간 변동(그림-5)

도착시간이 F.O에 근접할 수록 위험도는 점점 증가한다. F.O前後(表-3의 조건 V, V₁)에서 크게 변화한다. 이는 V₁이하에서는 소화활동의 성공에 따른 위험도의 경감이 없기 때문이다. 이 경향을 어떤 운동능력(A, B, C 表-3 참조)에도 같다.

b 운동능력의 변동(表-3, 表-6).

운동능력 C의 환자는 2명의 간호사의 왕복에 의해서만 이동가능조건이기 때문이며(注4). 원래 피난조건이 다른 환자와는 크게 다르다. 이를 운동능력 B, C의 환자와도 운동능력 A와의 想定으로 계산하면 위험도는 현저히 떨어지며 전체로서는 표준구성비율에서의 운동능력 A의 분포와 대체로 같게 된다.

c 安全域數의 변동(그림-7)

安全域을 하나씩 減하면 어떤 운동능력에 대한 위험도도 증대한다. 그 정도는 운동능력이 높은 만큼 현저하다. 또한 安全域直近의 위험도가 적은 공간에서는 반대측의 安全域이 없어져도 위험도는 그 정도 上昇하지 않고 낮아지고 있는 것을 운동능력 A, B 분포의 변화에서 알 수 있다. 이상과 같이 筆者가 各各 임의로 설정한 범위에서 위험도의 계산결과는 종래의 방화계획과 同一하다. 여기서 表-3의 표준치를 사용하고 그 다음으로 數個의 대표적인 평면에 적용한 것이다.

5-3 여러가지 평면에 의한 평가의 검토

그림-8(a)~(n)에 나타난 8개의 기준평면을 대상으로 위험도를 산정한다. 이때 관리자의 대기위치

(방재센터의 위치)에 따라 관리자의 도착시간 등은 각 병원마다 다르다. 그러나 이를 그대로 設定値로 해서 입력한 것과 5-2에서 검토한 것과 같이 위험도의 영향이 크기 때문에 병동의 평면구성에 의한 위험도의 비교가 명확치 않다. 여기서 다음의 조건에 대해서는 表-3의 표준치로 통일해서 계산했다.

① 관리자의 도착시간, ② 운동능력 A, B, C 환자의 구성비율과 분포, ③ 安全域의 최소數와 위치(방화구획은 1개의 간호사실에서 받을 수 있는 병실범위와 일치한다. 여기서는 2개소 이상의 安全域이 접한다). 또한 복도의 폭, 천정높이 있어서도 同一 조건(2.4m×2.4m)으로 한다. 式(2)에 따라 각 병실의 위험도를 산정한 것과 그림-9(a)~(h)로 된다.

同一病室에 운동능력이 다른 환자가 混在하는 경우는 운동능력별로 위험도를 나타내고 있다. 또한 그림-10은 운동능력별, 각 평면에서 환자의 위험도 累積相對度數分佈이다.

평면 (b), (f)를 除하고 운동능력 A의 환자위험도는 대개 3f~5f로서 병실위치에 따른 차이는 없다. 평면(b)에서는 바닥면적이 다른 평면보다 크기때문에 出火件數가 증가되는 결과가 되고 위험도가 전체적으로 높게 된다. 平面(f)에는 피난 Simulation의 조건(注4)에서 出火室의 전면은 통하지 않도록 해서 막다른 길로 되어 있는 복도에 면한 병실에서 위험도가 높게 되어 있다. 운동능력 B 환자의 경우 평면(a) (b)이외에는 운동능력 A와 같은 정도로 낮은 분포이다. 평면(a)에서는 피난거리가 긴 병동중앙 부근에 체재하는 B환자가 높은 위험도로 되어 있다.

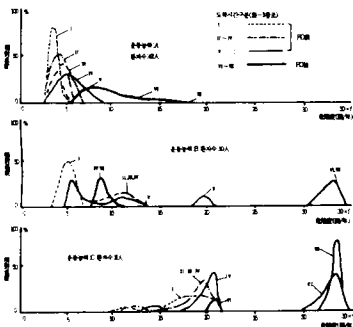


그림 5 管理者到着時間이 다른 患者의 危險度 相對度數分佈 變化(運動能力別)

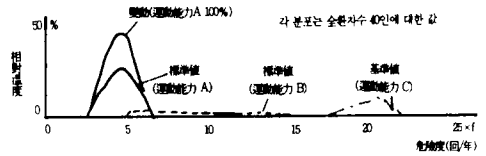


그림 6 患者의 運動能力別構成比率의 危險度 相對度數分佈 變化

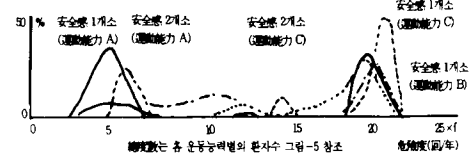


그림 7 安全感數가 다른 患者의 危險度 相對度數分佈 變化(運動能力別)

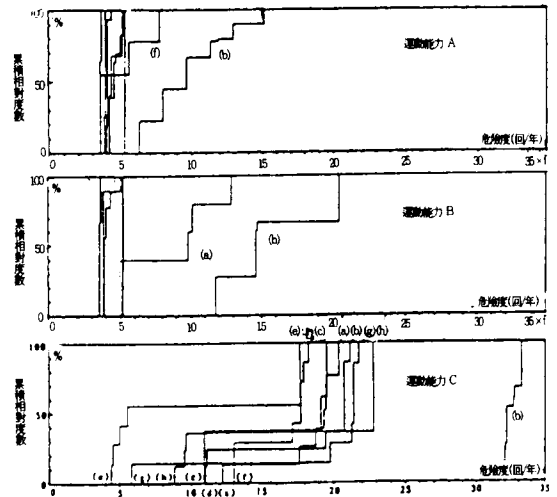
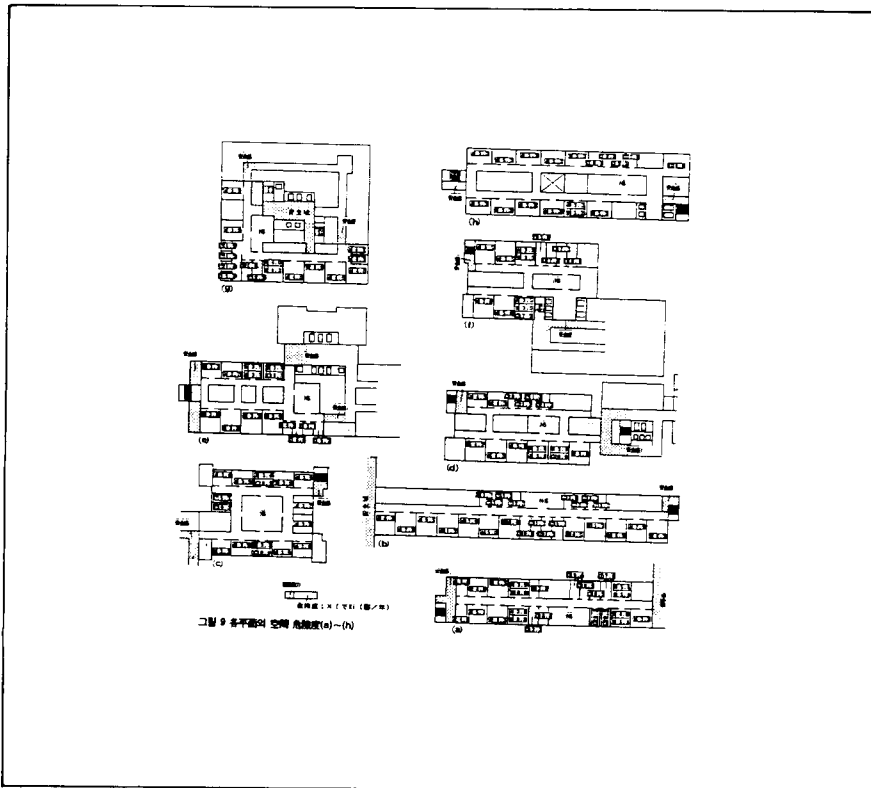
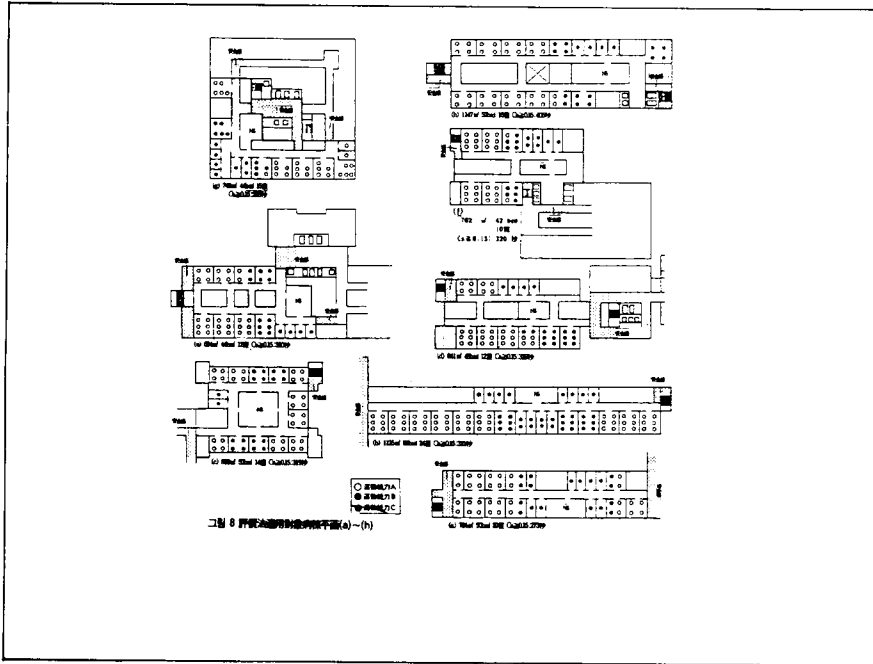


그림 10 各平面別 患者의 危險度 累積相對度數分佈 (運動能力別)

운동능력 C환자의 경우 위험도의 최대치는 평면 (b)에서 32~33f인 것을 제외하고 20f前後다. 병실마다에 差異가 있는 것은 간호사가 도우러 오는 순번에 따라 安全域到着시간이 크게 다르기 때문이다. 평면(e)에서는 간호사대기실 근처도 安全域에 가까운 병실에서 간호사에 의한 왕복이 원활하기 때문에 위험도가 상당히 낮다. 다른 평면에서는 보이지 않는 특징이다.



6. 結 論

(1) 提案된 危險度評價法에 依하면

- 방화(방연) 구획이 크게 되면 위험도가 높아진다.
- 安全域까지의 피난거리가 길어지면 위험도가 높아진다. 특히 安全域이 길고 폭이 큰 중복도의 양단에 있을 경우는 위험도가 현저히 높다.
- 막다른 통로(복도) 끝에 있는 공간은 위험도가 높다.
- 부축이 필요한 환자가 있는 병실의 경우 간호사대기실과 安全域과의 상호위치에 따라 위험도는 크게 변동한다.

이와 같이 종래의 안전에 관한 지식을 어느정도까지 定量化시켜 표현할 수 있다. 다시 말해서 前提로 한 모든 條件, 假定에 대한 檢討過程이 드러났고, 각

대책의 효과를 定量的으로 나타내고, 對替案의 효과를 비교할 수 있는 방법으로도 이용할 수 있다.

(2) 自力避難이 불가능한 환자에 있어서는 부축體制(간호사 2名)에 의한 영향이 크다. A, B환자와 같은 정도의 위험도로 압축되는 것은 종래의 평면계획으로는 곤란하다. 그러나 이번의 Simulation의 범위도 평면(e)과 같은 해답을 얻을 수 있다는 것은 注目해도 좋다.

(3) 課題로서는 일차 씨나리오작성에서 어떤 요소를 선택하는가를 실제화재 사례분석을 통해서 취사선택하는 작업이 필요하다. 또한 要素의 成否確率은 현 시점에서 잠정적이고 관리자 등의 행동 類型化나 機器의 신뢰성을 보장하기 위한 要因을 抽出한다. 값의 변동요인, 분포의 형태와 폭을 명확히 해서 위험도로의 영향을 검토할 필요가 있다. 그외에 本報는 일본건축학회학술강연회(文 15)에 투고된 논문은 수정, 加筆한 것이다.

注:

- 1) 式(1)의 f를 병원에 대해서 산출한 것을 보면 1976년의 통계에는 바닥면적=5.86×10⁴(m²). 出火條件=185(回/年)로 하고 f=32×10⁴(回/年·m²)로 한다.
(바닥면적은 건축행정 1979. No. 112掲載 「건축에 관한 에 내르기 소비구조에 대해서」에 나타난 수치. 출화건수는 1977년版 소방백서의 統計를 이용함.)
- 2) 씨나리오의 內容을 결정할 때 인간행동의 factor, 신뢰성을 어떻게 想定하는가로서 위험도의 기대치는 크게 좌우될 것으로 판단되지만 여기서는 5-1의 조건에도 나타난 바와 같이 공간체류자의 피난행동의 기점은 책임있는 자(방재센터의 직원등)의 지시. 유도에 의해서만 따르도록 하고 피난자의 자기판단에 의한 행동은 씨나리오화하지 않는다. 이는 이와 같이 정해진 씨나리오가 인간행동중에 가장 위험한 결과를 가져올 수 있다고 판단되기 때문이다. 그러나 그 판단은 많은 화재사례를 용도별로 분석함으로써 명확해 지는 것은 아니다.
- 3) 天井面에서의 熱氣流의 온도, 속도를 가하여 열감지기, S, P의 작동시기, F.O의 발생시기, 복도로의 연기유출량, 감광계수 Cs가 0.15를 넘는 시점을 계산한다. 初期火災모델(文 7)은 병실과 같은 적은 방에서의 화재에는 適用이 안되기 때문에 文 8의 외자의 연소에 의한 열기류온도, 속도를 경계조건으로 해서 SP, 정온식 Spot형 열감지기(특종 70℃)의 작동시간을 구한다. 또한 실험결과로는 180℃에서 기류온도가 600℃를 넘기 때문에 그 시기에 F.O를 넘는다고 가정해서 그 시기까지 개구부(문)로부터의 연기의 유출은 없는 것으로 한다. 역시 F.O후 유출하는 연기는 개구부(문 H=2m×W=12m)로의 重力換氣에 의해 유출량이 설정되며 그 연기농도는 Cs=20/m로 가정했다. 또한 문이 개방상태의 씨나리오 ④ ⑥에서는 F.O直後에 복도가 Cs≥0.15로 되도록 가정해서 닫힌 상태 씨나리오 ③ ⑤때는 빈

틈사이로부터 누설되어 복도전체로 일순간에 확산되는 것으로 했다.

- 4) a. 感知에서 피난 지시까지의 관리자의 행동 방재센터에서 감지하여 出火室에 도착하기까지의 소요시간은 退室까지의 시간(10초로 설정)과 이동시간(보행시간(거리/속도(20m/s))+엘리베이터기다림 시간, 승차시간)의 합으로 했다.

b. 피난유도 Simulation

自力으로는 피난이 어려운 환자를 간호사가 부축하여 移送하는 활동. 또한 간호사의 動線과 自力으로 피난하는 환자의 동선이 겹칠 때에 발생하는 對向流도 고려할 수 있는 Program을 새로이 考案해 利用했다. Simulation 突上의 條件은 아래와 같다.

· 時間軸上的 範圍

피난지시를 받은 피난자가 복도로 나간 시점 이하로 한다. 피난지시가 發한 후 병실을 퇴실할 때까지의 시간은 부축을 요하는 환자의 경우 간호사도착까지의 시간과 도착후 피난을 개시할 때 까지의 시간(文 9를 참고해서 10초로 했다)의 합. 自力환자의 경우 文9를 참고해서 起床에 要하는 시간을 고려해서 어느 환자도 똑같이 30초 후에 同時に 복도로 나타나는 것으로 假定했다.

환자의 운동능력과 病室單位

筆者의 조사결과(問10, 11, 12)에서 환자의 移動形態(부축要, 自力으로 휠체어 使用, 지팡이 使用, 自由歩行의 4種)別의 구성비율과 이동속도를 設定하여(表-A). 看護上の 通例에 따라 부축을 要하는 순서(前記의 이동형태의 순번)에 간호사대기소 근처의 병실로 되도록 환자를 분포시킨다. 그러나 중환자원에 설계되어 있는 공간(重病個室, 集中治療室 등)이 있는 경우는 그에 따른다.

參考文獻

1) 東京消防廳豫防部, 建築物의 防災性能 評價에 대해서. 火災, Vol 31, No. 6, 1981.

2) Nelson, M.E. and Shibe, A. J.: A Systems for Fire Safety Evaluation of Health Care Facilities, U.J.N.R. Panel on Fire Safety 4th—Joint Meeting, 1979.

3) G.S.A.: Interim Guide for Goal Oriented Systems Approach to Building Fire Safety, 1972.

4) 勝野 仁: 建築의 防災性能評價法. 安全工學, Vol. 23, No. 6.

5) S.P.
 • Fire Journal, Vol. 64, No. 4, 1974.
 • Fire Journal, Vol. 74, No. 3, 1980.
 防火門: 渡邊郁夫, 辻本・誠: 防災設備의 作動信頼性이 火災安全性에 미치는 影響에 관한 研究. 火災學會研究發表會概要集, 1985.
 消火栓: Akio WATANABE: Effectiveness of Active Fire Protection Systems. CIB Symposium 1979.

6) 神 忠久: 煙氣中에서의 心的動搖度에 관한 研究 (第1報).

火災學會研究發表會概要集, 1979.

7) 辻本 誠: 建物火災의 model化, 第9回 安全工學 Symposium 강연 예고집, 1979.

8) 川越邦雄外: 閉室間에 대한 家具의 燃燒性狀, 화학회연구발표회개요집, 1979.

9) 병원관리연구소: 災害에 대한 병원의 保安避難體制에 관한 연구(중간보고집) 1975. 3

10) 志田弘二外: 病院의 避難計劃에 관한 研究

11) : 病院在館者의 避難行動能力에 관한 實施調査(1). 患者의 避難行動能力의 分析(2). 患者의 避難行動能力別 避難者數. 일본건축학회 학술강연개요집, 1984.

12) 志田弘二外: 病院患者의 避難時 運動能力. 火災, Vol. 35, No. 6, 1985.

13) M.David Egan(邦譯) 건축의 화재안전설계. 鹿島 出版會.

14) 中 祐一郎: 鐵道驛에서의 施客의 交錯流動에 관한 研究. 鐵道技術研究報告. No. 1079, 1978. 3

15) 辻本誠外: 火災發生으로 수반되는 人命危險의 評價 (1), (2) 일본건축학회 학술강연개요집, 1985.

表-A. 환자의 운동능력 標準值

이동형태	부속要	自 力		
		휠체어사용	지팡이사용	自由歩行
보행속도	0.2m/s (移送時)	0.4m/s	0.4m/s	0.8m/s
구성비율	15%	10%	10%	65%

• 피난유도방법, 피난경로
 환자의 피난방법은 다음 2가지로 나눈다.
 ① 自力移動이 가능한 환자: 방재센터직원으로부터 피난의 지시를 받은 후 自力으로 安全城으로 이동한다.
 ② 自力移動이 어려운 환자: 방재센터직원으로부터 安全城으로의 대피지시를 받은 간호사에 의해 부속(환자 1인에 간호사 2인)시켜 이동한다. 本報에서는 夜間의 화재발생을 想定해서 근무간호사는 2인만으로 한다. 安全城에 이르는 피난경로의 선택은 出火室의 앞을 통과하지 않는 것을 원칙으로 해서 2개이상의 가능한 경로가 있는 경우는 거리가 짧은 방향을 선택한다. ②의 환자의 경우 피난거리가 긴 병실에서부터 순차적으로 부속시키는 것으로 했다. 또한 여기서 말하는 安全城이란 불, 연기로 부터 완전히 구획시킨 필요요건을 확보한 공간을 말하며, 이곳에 도달하면 피난완료로 했다. 병동내의 경우 환자의 운동능력을 고

려해서 수평피난이 가능한 同一層에 설계된 것으로 했다.

- Program上에서의 환자, 간호사의 이동방향
- ① 보행이란 연속사태를 통로로 나누어진 mesh上의 이동으로 表現한 길다란 기본단위로서는 인간 1인이 보행중 점유하는 공간을 인간공학상의 지식(文 13, 14)을 참고로 해서 1mesh(가로 0.7m×세로 0.55m)로 했다. 시간의 기본단위로서는 환자의 設定歩行速度中 0.8m/s에서 1mesh 나갈 때 시간 0.7초를 선택했다.
- ② 점유하는 mesh의 개수는 自力환자는 1mesh, 부속을 요하는 환자는 간호사와 승한 가로 2mesh, 또한 부속을 하러가는 간호사도 가로 2mesh로 했다.
- ③ 移動은 원칙적으로 1칸씩 前方 1mesh로 이동한다. 0.8m/s의 환자는 0.7초에서 1mesh, 0.4m/s의 환자는 1.4초에서 1mesh 전진한다. 1칸 前方의 mesh에 자기보다 速度가 늦는 환자가 있는 경우에만 일단 가로 mesh로 이동(기다린다)한 후 추월이 가능케 했다. 다시 말해, 自力환자의 流出과 부속중의 간호사와의 合流, 對向流가 생긴경우 임의 mesh로의 이동우선권은 간호사측에 준다. 自力환자는 前方 5mesh 앞으로 간호사를 발견하면 가로 mesh로 진로를 변경한다.
- 5) 그림-5, 6, 7은 예를들면 그림-10과 같은 누적분포를 평탄하게 한 후 구한 것이다.