

建物配置의 密集分布 model과 平均延燒率의 算出

韓 光 洙

〈本協會·點檢1部 課長〉

本文은 日本 消防研究所 發刊 “消研輯報” 第30號(1977年 4月) 中에서 橘房夫氏가 發表한 實驗 論文을 우리말로 옮긴 것이다.

市街地에서의 建物配置狀況에 따른 延燒狀態를 圖式과 計算을 通하여 理論을 展開한 點이 防災의 側面에서 새로운 一面이 있어 번역에 임한 것이다.

市街地의 건물배치는 (註)亂數를 이용한 밀집 분포에 가깝다. 이 분포와 연소확률에서 추정된 연소한계거리를 이용해서 平均燒失率을 산정했다. 다음은 실제로 市街地를 적용한 例이다.

註: 亂數란 0에서 1, 2, 3, ……9까지의 10個의 數字가 모두 무작위로 나열된 상태를 말한다. 例를들어 3, 6, 9, 5, 4, 2, 9, 2…는 亂數列의 一部이다.

이와 같은 亂數列을 수 없이 만들어 表로 만든 것이 亂數 表이다.

1. 방법의 개요

시가지에서의 건물배치상태를 random으로 가정하여 본다. 우선, 건물을 임의의 장소에 1개 동 세우고 다음 건물도 임의의 장소에 세워나아가 이러한 방법으로 차례로 건물을 세워가면 점차적으로 조밀하게 되고 시가지가 형성되는 model이 된다. 건물에서 건물로의 연소용이도는 건물간의 간격을 이용한다.

거리가 가까우면 연소가 용이하고 멀면 용이치 않다는, 다시말해서, 연소한계 거리를 이용하는 방법이다. 이 연소한계 거리는 확률에서 구할 수 있다.

여기서 건폐율과 연소한계율을 主變數도 하여

1件的 출화에서 연소가 중지될때 까지의 燒失棟數의 平均치를 구한다. 다음으로 全體建物에 대한 平均燒失棟數의 비율 즉 平均소실율을 산출하여 보자.

2. 市街地 model(밀집 분포도)작성

건물형태를 모두 같은 크기의 정방형으로 하고, 배치는 임의로 자유롭게 한다.

1번 20cm의 정방형領域을 市街地로 해서 횡축을 x좌표, 종축을 y좌표로 한다. 다음, 2개의 임의의 수를 선택하여 x_1 및 y_1 으로 하고 좌표상에 점(x_1, y_1)을 결정한다. 이 점을 중심으로 2개의 亂數 x_2, y_2 에서 점(x_2, y_2)를 결정하고 그 점을 중심으로 1번 1cm의 정방형을 그린다. 이러한 조작을 반복하여 1번 20cm의 영역에 1번 1cm의 정방형을 그려 넣는다.

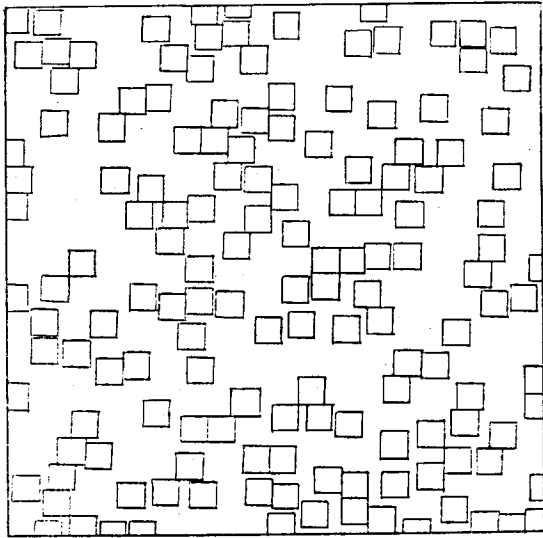
단, 정방형이 서로 겹치지 않도록 한다.

3. 市街地 model의 건폐율

건폐율의 값은 그림 1의 밀집분포도에서 면적

4. 평균燒失率의 산출원리

그림 1의 시가지 model에서 연소한계거리를 5mm로 한다. 건물과 건물 사이가 5mm이내면 연소하고 그 이상이면 연소하지 않음을 의미한다. 다시 말해서 건폐율이 낮으면 연소율이 적고 높으면 그만큼 연소율이 높게 된다.



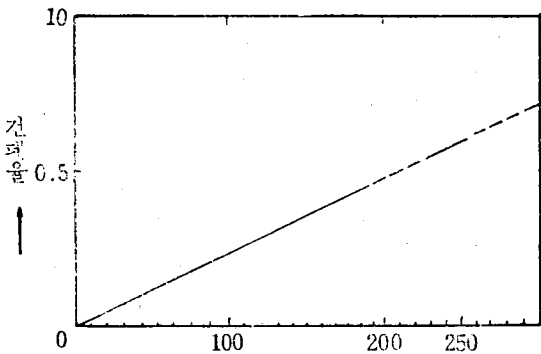
<그림 1>

밀집분포모델 20cm×20cm의 領域內에 1cm×1cm 정방형을 150개 집어넣은 건물분포 model (그림 1)은 건물수 150개, 건폐율 35%의 경우이다.

계산으로 구한다.

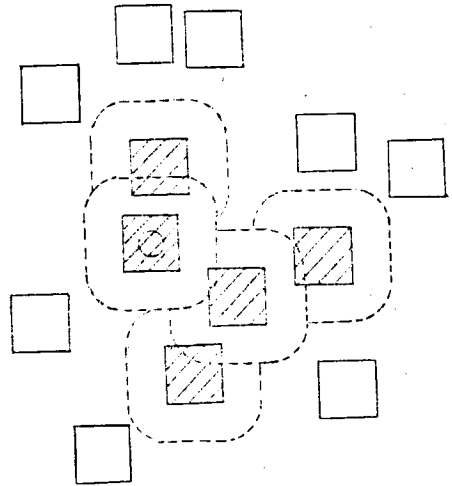
$$\text{건폐율} = \frac{\text{정방형면적의 합계}}{\text{全面積}}$$

이 관계를 그림 2에서 보듯이 이 방법으로는 약 최고 250개 까지 그릴수 있다. 건폐율로는 약 65%에 해당된다.



<그림 2>

건물의 밀집분포 model (그림 1 참조)에서의 정방형개수와 건폐율의 관계 약 250개 이상 집어 넣을 수 있다.



<그림 3>

인접건물로 연소되는가 안되는가를 반복작업한 그림

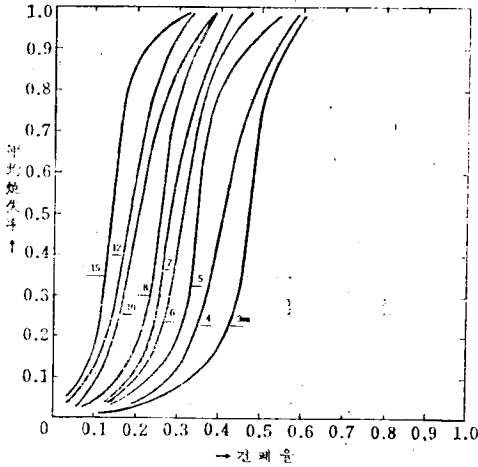
그림 3과 같이 그려나가면 燒失棟數를 구할 수 있다. 이를 출화회수로 나누면 평균소실棟數比가 된다. 다시말해서 어떤 영역내에 어느 1개 동이 출화했을 때 평균적으로 몇개동이 소실되는가를 나타내는 것이다. 이 평균소실동수를 총 건물수로 나누면 평균소실율이 된다. 즉 평균소실동수 = 每回の 출화로서 소실되는 棟數의 합계 / 출화회수, 평균소실율 = 평균소실동수 / 全建物數.

다음 단계로, 건폐율이 다른 별개의 市街地 model에 대하여 전과같이 그림을 그려서 평균소실율을 구한다.

이렇게 하여 어느 연소한계거리일때의 건폐율과 평균소실율의 관계가 나타난다. 다음, 이번에는 연소한계거리값을 변화시켜 같은 방법으로

건폐율과 평균소실율의 관계를 나타내 보자.

그림 4는연소한계거리가 3mm~15mm 까지의 건폐율과 평균소실율의 관계를 나타낸 것이다.



<그림 4>

평균소실율과 건폐율의 관계가 연소한계거리에 의해서 변화하는 상황을 나타냈다. mm단위숫자는 밀집분포 model(그림 1 참조)에서의 값으로 건축면적 1cm² 건물에 상응하는 거리이다.

건폐율이 35%, 연소한계거리가 5mm일때는 건물의 약 50%가 연소한다. 그러나 같은 건폐율에서도 연소한계거리가 8mm 또는 15mm이면 대부분 전체 건물의 약 95% 이상이 연소하게 됨을 이 그림에서 알 수 있다. 그림 4의 경우는 2종류의 밀집분포도(건물배치 model)를 이용한 계산결과와의 평균치이다. 적어도 10종류 가능하면 100종류정도의 밀집분포도를 작성하여 평균하면 평행선에 가까운 곡선群이 될 것이다.

5. 연소확률과 연소한계거리의 추정

연소한계거리는 연소확률과 건물간 거리의 관계에서 구한다. 일상적인 화재조사에 의하면 연소확률의 값은 건물간 거리에 의해서 나타난다. (참고 문헌 참조) 이 조사에서는 兩者의 關數關係가 직선에 가까게 되어 연소확률이 0.5일때

건물간의 거리가 연소한계거리가 되어 있다. 즉 연소한계거리만큼 떨어져 있는 건물에 화재가 발생하였을 경우와 발생치 않았을 경우 모두가 50%가 된다는 것이다. 즉 건물간격이 연소한계거리가 되는 것을 의미한다.

6. 市街地의 model과 실제시가 지와의 비교

시가지의 model(밀집분포도)과 실제의 시가지도를 수치적으로 균형을 이루게 하기 위하여 다시 말해서 model 이 실제시가지의 몇분의 1 이 되는가를 결정하기 위하여 건물의 면적을 기준으로 다음과 같이 계산하다.

(여기서는 川崎市의 市街地에 적용하기 위하여 川崎市의 자료(昭和 46년)를 이용한다)

목조 방화조의 건물 1개동당 평균면적은 59m²이다. 그림 1의 市街地 model의 경우 건물은 1면 10mm의 정방형이다. 실제시가지의 연소한계 거리를 d. 시가지 model상의 거리를 Xmm로 하면 $d/\sqrt{59m^2} = Xmm/10mm$ —(1)의 관계가 된다.

표 1에 나타난 d의 값을 (1)식에 대입해서 구한 X의 값은 그림 1에서 나타난 시가지 model에 대한 연소한계 거리이다.

<표 1>

延燒經路 (木造, 防火 造의 區別)	延燒 臨 界 距 離 (m)			
	風 速 0~2.5m/s	風速 2.6~5.0m/s		
		風 上	風 橫	風 下
木 → 木	4.5	4.1	5.0	6.3
木 → 防	4.0	3.7	3.5	6.2
防 → 木	1.2	0.8	1.8*	4.0*
防 → 防	1.7	1.5	2.4*	4.5*
木防無區別**	3.5	2.9	3.8	5.7

연소한계거리 ; 연소확률(문헌참조)이 0.5가 되는 건물간 거리를 연소한계거리로 하였다.

* 목조와 방화조의 혼합비율은 6:4이다.

7. 川崎市 街區別 燒失率 地圖 作成

耐火構造 이외의 건물은 모두 목조 건물의 경우로서

① 無風의 경우 ② 有風의 경우 ③ 내화건물 이외의 건물로서 약 65:35의 목조와 방화조의 혼합으로 된 경우 ~의 3가지 방법으로 계산된다.

①의 경우는 연소한계거리 $d=4.5m$ 로 (1)式에 의하여 model상의 연소한계거리 $X=5.9mm$ 이다. 즉 5mm는 연소되며 6mm는 연소치 않는 경우이다. 5mm로 계산된 결과를 이용하여 평균소실율을 건폐율에서 구한다.

②의 경우는 $d=6.3m$, $X=8.2mm$ 가 되며 8mm로 계산된 결과를 이용한다. 有風의 경우는 原來 風上, 風橫, 風下의 3방향에서 연소한계거리에 의하여 계산해야 한다. 그러나 여기서는 간단하게 하기 위하여 風下의 경우를 가정해서 계산한다.

③의 경우는 $d=5.7m$, $X=7.4mm$ 이며 7mm로서 계산된 경우에 해당된다. ②와 같이 風下의 방향으로 계산한다. 또한 ②의 경우는 전부 목조로 가정하였지만 이를 전부 방화조로 가정할 경우는 $d=4.5m$ 이며 ①의 경우와 같은 결과가 된다.

그림 5는 위의 3가지 경우에 대해서 작성된川崎街區別 평균소실율 지도이다. 소실율을 20%마다 구분분류하였으며 이 지도작성의 기본인 건폐율은 목조와 방화조건축면적의 합계를 街區面積으로 나눈 값이다. 街區面積中에는 공지와 공원등의 면적이 포함되어 있다.

8. 평 가

(1) 市街地 model 상에서 1mm 형의 연소한계거리에 대한 평균소실율을 건폐율에 따라 구하는 것과 같이, 적용해야 할 시가지의 건물 1개 동의 평균 면적과 실제연소한계거리와 건폐율이

주어진다면 평균소실율을 구할 수 있다.

(2) 이 방법은 1層 2層 구별없이 모두를 평균화 하였기 때문에 층수가 다른 경우에는 적당치 않다.

(3) 有風의 경우 모든 방향이 風下라고 가정해서 계산하였다. 그러나 바람의 방향에 따라 연소확률의 값은 크다. 따라서 大火의 경우에는 風向을 정할 수가 없는 경향이 있다.

風上, 風下, 風橫의 3방향으로 구분함은 물론 가능하지만 계산은 매우 복잡하게 된다.

(4) 앞으로, 정밀도를 높이기 위하여는 연소확률치의 정확성과 亂數를 이용한 밀집분포도의 종류를 증가시키는 일이다. (예를들어 100종류)

前者는 화재사태의 정확한 통계자료를 많이 수집함으로써 가능하고 後者는 전자계산기의 활용으로 가능하다.

(5) 이 방법은 비교적 소규모의 화재사태에서 구한 연소확률값을 기준하고 있다. 따라서 위험한 결과가 나올 수 있다. 왜냐하면 大火時에는 연소확률치도 높고 소실율도 증가하는 경향이기 때문이다.

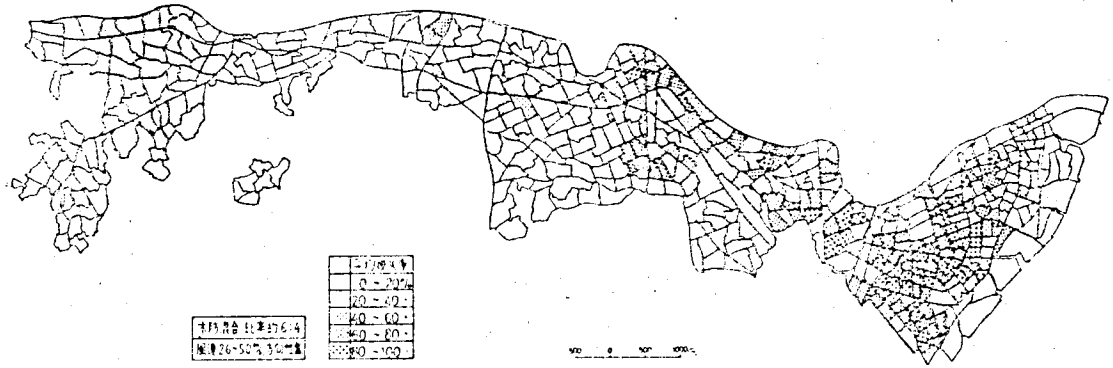
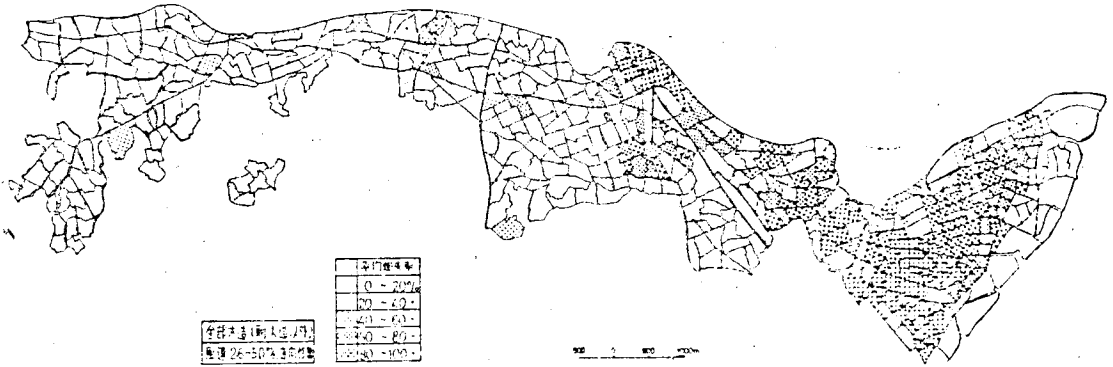
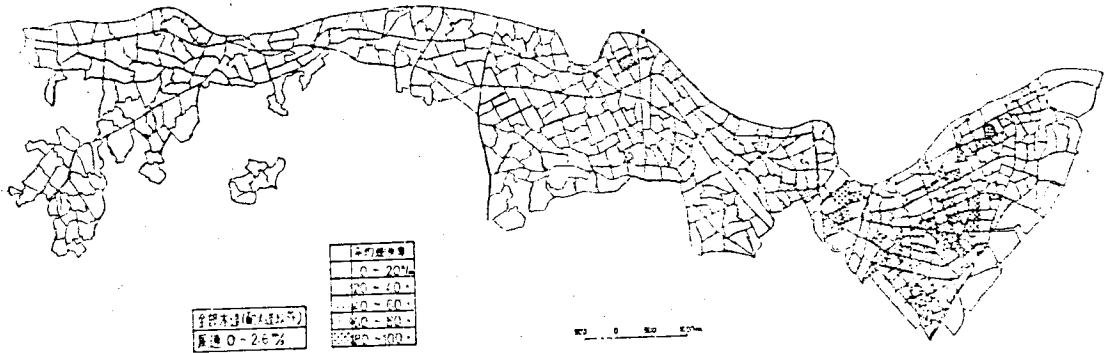
(6) 1層 2層의 無區別을 문제삼지 않고 단층화, 평균화의 조작을 상당히 대담하게 채용하고 있다. 이와같은 추정계산은 당연하다고 볼 수 있겠으나 실제로 적용할 때는 유의할 필요가 있다.

여기서 구한 평균燒失率에 대해서도 그 수치 자체를 문제삼기보다도 各街區의 연소성의 상대적 비교에 중점을 두는 등의 배려가 필요하다.

(7) 이 방법에 의한 결과와 현실적인 피해와의 비교에서 옳고, 그림의 판정은 어려운 문제이다. 일반적으로 현실과의 비교에서 결정하지만 화재의 경우는 이 점이 결정적으로 가능하다고는 할 수 없다.

9. 끝맺음

市街地の 연소위험성 측정의 하나로서 평균소



(그림 5)

川崎全市의 街區別平均燒失率

- ㉔ 내화조이외는 전부목조, 無風으로 가정함 경우.
- ㉕ ㉔의 風의 條件을 변화시킨 경우. 풍속 2.6~5.0m/s의 바람이 모든 방향에서 불었을 경우를 가정하였음.
- ㉖ 목조와 방화조가 약 6:4의 비율로서 혼합된 것으로 가정함 경우.
 풍속 2.6~5.0m/s 바람이 모든 방향에서 불었을 경우를 가정하였음.

실율을 추정하기 위한 비교적 간단한 방법의 개발을 시도했고 실제로 市街地에 적용하여 본 것

이며, 大火時의 대책수립에 다소나마 이용가치가 있다고 본다. (☆)