

徳島大学工学部 学生会員 ○寺田 和啓
和歌山工業高等専門学校 正会員 辻原 治
徳島大学工学部 正会員 澤田 勉

1. 研究の背景と目的

地震時火災の特徴の一つは同時多発であり、通常起こる火災のように効率的な消火作業が行われることは期待できない。地震発生直後の混乱の中で、既存の消防能力等を最大限に活用して被害を最小限に食い止めるために、同時多発火災に直面した場合、消火優先順位の意志決定が大変重要になる。

そのような意志決定には種々の要因が介在するが、延焼棟数など延焼による直接的な被害を最小化することが最重要と考えられる。寺田ら¹⁾は、ペトリネットを適用した市街地火災延焼予測手法²⁾に基づき、延焼棟数、面積、世帯数等の被害を最小化するような消火優先順位決定のためのコンピュータシステムを提案した。本研究の目的は、そのようなシステムをより実用的にするために、消防車の現場到着時間を考慮できるように改良することである。

2. 消火優先順位決定の基本的な考え方

ペトリネットによる延焼シミュレーションでは、建物および建物間を延焼経路でネットワーク化する。いま図-1に示すような街並みにおいて、建物AとBで火災が発生したとする。図中の太線は道路を表している。また「消」は消防署を表している。従来の方法による消火優先順位決定法では、延焼中の建物 i をそれぞれ現時点で消火した場合の効果、延焼シミュレーションによって評価項目ごとに数値的に算出し、それによって決定した。具体的には、次式で計算された F 値が小さい建物の順とする。

$$F(i) = \sum_{j=1}^{N_f} W(j) \cdot \text{Rank} \left(\sum_{k=1}^{N(i)} E(i, j, k) \right) \quad i = 1, 2, \dots, N_s$$

ここに、

- N_s ; 現在延焼中の建物（消火優先順位を決める候補の建物）の総数
- N_f ; 延焼棟数、延焼面積等、優先順位を決定する際に考慮する評価項目の総数
- $W(j)$; 評価項目 j の重み係数
- $N(i)$; 現在延焼中の建物 i を消火した場合に、所定の時間内に他から延焼する建物の総数
- $E(i, j, k)$; 評価項目 j について、現在延焼中の建物 i を消火した場合に、所定の時間内に他から延焼する建物 k に割り当てられている評価値

$\text{Rank}()$; 現在延焼中の建物 i を消火した場合の評価値の合計に対する順位

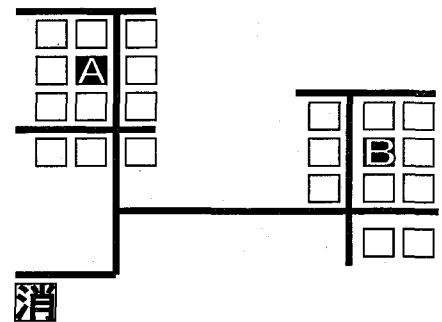


図-1 街並みのモデル 1

3. 消防車の到達時間を考慮した消火優先順位

消防活動が一刻を争うことと、通常時のような道路事情ではないことを考えると、消防署等を出発した消防車の現場までの到達時間が消火優先順位決定に際して無視できなくなる。例えば、図-2に示すように消防

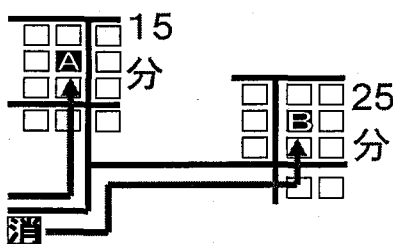
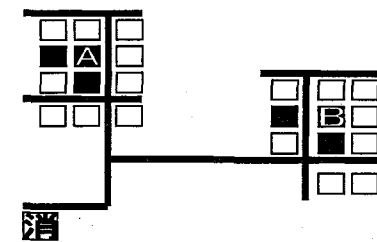
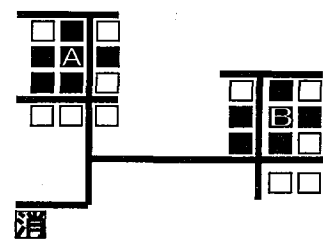


図-2 火災現場への到達時間



(a)Aに出動した場合（出火から15分後）



(b)Bに出動した場合（出火から25分後）

図-3 消火優先順位決定の対象となる建物

署を出発し、現場 A と B に到達するのにそれぞれ 15 分と 25 分かかるものとする。図-3 に示すように、消防車が現場に到達した時点で隣接する建物が類焼している。図中の塗りつぶされている建物が延焼していることを表す。現場 A に出動した場合、建物 A と、そこから類焼した他の 2 軒が消火対象の候補となる。一方、現場 B に出動した場合、建物 B と、そこから類焼した他の 5 軒が消火対象の候補となる。従来の方法では、火元の建物 A と B のうち、どちらを消火すればより効果的であるかを検討するのみであった。消防車の現場到達時間を考慮した場合、それぞれの現場への到達時間までの延焼解析を行った結果に基づき、現場到達時点で類焼が予想される建物を含めた消火優先順位を決定することになる。このようなシミュレーションを行うために、基礎データとして建物および建物間のネットワークと道路ネットワークが必要となる。図-4 は、図-1 の街並みをデータ化するときのイメージであり、建物と道路網のレイヤーで構成される。

複数の消防署から消防車が出動できる場合には、消防車ごとに火災現場への到達時間を算出し、類焼が予想される建物を含めて、消火対象の候補を特定する。そして、考え得るすべての出動・消火パターンについて延焼解析を行い、最も効果のあるパターンを選ぶことになる。このことを図-5 に示す街並みによって説明する。消防署は図中の①と②で表されており、それぞれに消防車が 1 台ずつ配置されていると仮定する。2 軒の建物で火災が発生しており、消防署 1 と 2 からそれぞれ出動したときの消火候補が図-6 に示されている。消防署 1 から出動した消防車の消火候補建物の数は 14 軒であり、消防署 2 から出動した消防車についても同様に 14 軒である。したがって、出動・消火のパターンは 14×14 の 196 パターンとなる。これらのすべてについて延焼解析を行い、その効果を比較し優先順位を決定する。

4. シミュレーション

図-5 に示す街並みについて、消火優先順位決定のシミュレーションを行ったが、紙面の都合により割愛する。その結果については講演会当日に発表する。

参考文献：

- 1) 寺田和啓他,地震火災時の消火優先順位決定支援システムに関する研究,土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, I-42, 2005.
- 2) 辻原治他, ペトリネットを導入した地震時同時多発火災に対する延焼シミュレーションシステムの構築, 土木情報利用技術論文集, Vol.14, pp.129-126, 2005.

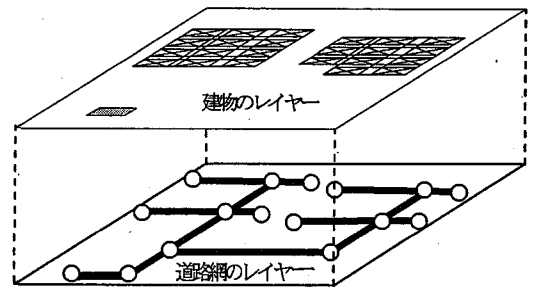


図4 ネットワークの二層構造

数字：消防署位置
 〃：道路
 □：建物
 ■：延焼している建物

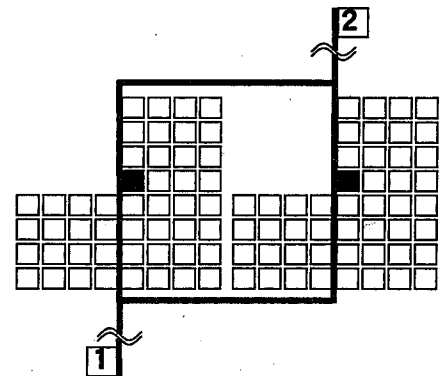
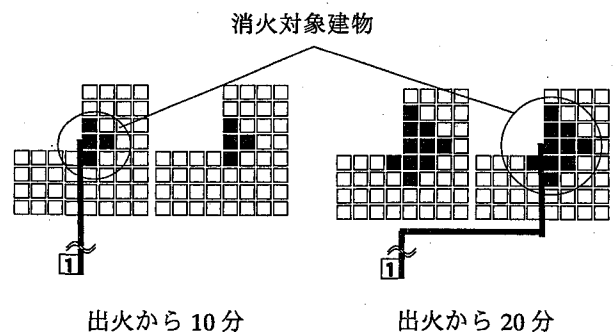
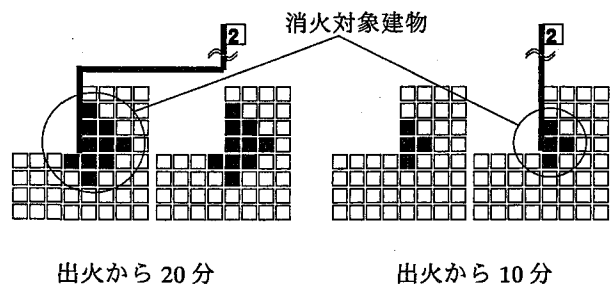


図-5 街並みのモデル 2



(a) 消防署 1 から出動した場合



(b) 消防署 2 から出動した場合

図-6 消防車が複数の場合の消火候補建物