

## IV-68

## 火災熱リスクを考慮した避難場所の整備計画支援システムに関する研究

愛媛大学工学部 学生員 ○平井 千智

愛媛大学工学部 正会員 二神 透

愛媛大学工学部 フェロー 柏谷 増男

## 1. はじめに

昨今の阪神大震災に見られるように、木造建物の密集する市街地の延焼危険性は依然として高い。現在各地方自治体は、公園・小学校のグラウンドなどを避難場所に指定しているが、これらの中には、木造市街地に密集するものも多く、地震火災の様相によっては、火災熱による人体へのリスクが懸念される。そこで、本研究は避難場所の火災熱リスクの評価システムを構成し、防災緑地の整備と合わせた避難場所の整備計画支援システムの開発を目的とする。

## 2. 避難場所の安全性評価手順

避難場所の安全性評価手順は以下のようになる。

[step1] 都市構造データの採取

[step2] 輻射源となる火災形状の想定

[step3] 樹林の延焼判定

[step4] 輻射受熱量の算定

[step5] 安全後退距離の想定

[step6] 避難場所の安全性評価

## 2. 1 都市構造データの採取

避難場所周辺の市街地の都市構造データを採取し、都市構造別に木造建物、防火木造、耐火建物、オープンスペース、緑地の5種類に分別する。得られたデータより、メッシュマップを作成する。その後、既開発の火災延焼シミュレーションシステムにより、避難場所周辺の地震の規模、気象条件、地盤データなどを考慮した延焼状況を予測する。

## 2. 2 輻射源となる火災の形状の想定

火災の規模は同時炎上奥行きD、火災高さH、火災の傾き $\alpha$ 、火災幅Bにより決定する。火災幅B、同時炎上奥行きDについては火災の延焼状況などにより決まる。本研究では、既開発の火災延焼シミュレーション

システムにより想定する。火災高さH、火災の傾き $\alpha$ 、火災長さLの推定については、従来の研究により以下の3人の式が提案されている。

P.H.Thomas の式<sup>1)</sup>

$$H_1 = 56 \times D \times (mf / \rho W) \times (W^2 / gD)^{0.13}$$

$$L_1 = 70 \times D \times (mf^2 / g \rho^2 D)^{0.43} \times (W^2 / gD)^{0.11}$$

岩河の式<sup>2)</sup>

$$H_2 = 4.7 \times \beta \times (D^3 / W)^{0.2}$$

$$\alpha_2 = \sin^{-1}(2/W)^{0.2}$$

浜田の式

$$\alpha_3 = \tan^{-1}(4 \times D / W^2)$$

ここで、H：火災高さ(m)、L：火災長さ(m)、 $\alpha$ ：火災の傾き(度)、D：同時炎上奥行き(m)、mf：重力燃焼速度(g/cm<sup>2</sup> sec)、 $\rho$ ：気体密度(g/cm<sup>3</sup>)、g：重力加速度(cm/sec<sup>2</sup>)、W：風速(m/sec)、 $\beta$ ：発熱速度の比率係数

これらの火災形状設定モデル式のうち、どのモデル式がより実火災に近い形状を示すかは、分かっていない。従ってこれらのモデル式を用いる場合、少なくともその挙動特性を比較し把握する必要がある。そこで、これらの式を組み合わせ、5つの火災形状設定モデルを作成し、風速、同時炎上奥行きを変化させたときのそれぞれのモデルの挙動特性分析を行った。その結果2つのモデルを除いた3つのモデルについて採用することにする。火災形状設定モデルとして用いるモデルは表1の通りである。(○が採用したモデル)

表1 火災形状設定モデル

| モデル    | パラメータ                      | 火災高さ  | 火災の傾き                |
|--------|----------------------------|-------|----------------------|
| ○ モデル① | P. H. Thomas の $H_1$       | $H_1$ | $\sin^{-1}(L_1/H_1)$ |
| ○ モデル② | 岩河の $H_2$                  | $H_2$ | 岩河の $\alpha_2$       |
| ○ モデル③ | $L_1 \times \sin \alpha_3$ | $L_1$ | 浜田の $\alpha_3$       |
| ○ モデル④ | P. H. Thomas の $H_1$       | $H_1$ | 浜田の $\alpha_3$       |
| モデル⑤   | 岩河の $H_2$                  | $H_2$ | 浜田の $\alpha_3$       |

キーワード：避難場所の安全性評価、火災熱リスク

連絡先：〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番 愛媛大学工学部、TEL 089(927)9837, FAX 089(927)9837

## 2. 3 樹木の延焼判定

過去の大火災の例より樹木に防火効果があることが分かっている。しかし樹木は可燃物であり、延焼してしまうと、遮蔽物としての効果を発揮できない。よって樹木を火災に対する遮蔽物として扱う場合、樹木の延焼判定を行う必要がある。

樹木の延焼判定は、岩河らの実験を基にして図1のようになる<sup>3)</sup>。図中のパラメータは、表2にまとめた。

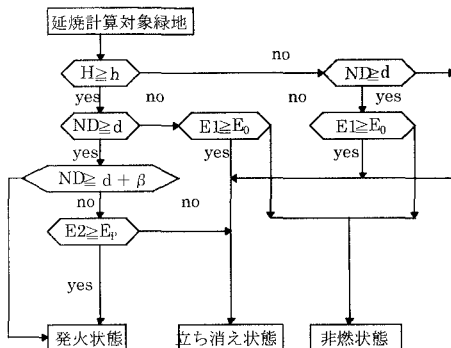


図1 緑地の防火効果判定フロー

表2 パラメータ表

| パラメータ          | 内 容                             |
|----------------|---------------------------------|
| H              | 火災高さ (m)                        |
| h              | 樹木高さ (m)                        |
| ND             | 火災の前面距離 (m)                     |
| d              | 樹木の前面位置 (m)                     |
| β              | 樹木の奥行き (m)                      |
| E <sub>1</sub> | 樹木の前面受熱量(Kcal/m <sup>2</sup> h) |
| E <sub>2</sub> | 樹木の後方受熱量(Kcal/m <sup>2</sup> h) |
| E <sub>0</sub> | 引火受熱量 (Kcal/m <sup>2</sup> h)   |
| E <sub>P</sub> | 発火受熱量 (Kcal/m <sup>2</sup> h)   |

## 2. 4 輻射受熱量の算定

輻射受熱量を求める式は火災面の大きさ、火災から受熱点までの距離の関係より以下のように表す。

$$E = 2 \times 38800 \times \left( \frac{1}{2\pi} \right) \times I \times \frac{X}{\sqrt{Z^2 + H^2}} \tan^{-1} \left( \frac{H}{\sqrt{Z^2 + X^2}} \right) + \frac{H}{\sqrt{Z^2 + X^2}} \tan^{-1} \left( \frac{X}{\sqrt{Z^2 + H^2}} \right)$$

ここで、E：輻射受熱量 (Kcal/m<sup>2</sup>h)，X：火災幅の1/2 (m)，H：火災高さ(m)，Z：火災面中央からの後退距離 (m)を表す<sup>4)</sup>。

## 2. 5 安全後退距離の想定

安全後退距離とは、輻射受熱量が人体の許容受熱量である 2050Kcal/m<sup>2</sup>h となる火災からの距離である。

2. 3 で求めた受熱量より想定する。

## 2. 6 避難場所の安全性を評価

評価手順は以下の通りである。

- ①安全後退距離Sが火災から避難場所の前方位置までの距離Z<sub>1</sub>より小さい場合、避難場所全体は安全であると評価する。
- ②安全後退距離Sが火災から避難場所の後方位置までの距離Z<sub>2</sub>より大きい場合、避難場所全体は危険であると評価する。
- ③安全後退距離Sが火災から避難場所の前面位置までの距離Z<sub>1</sub>より大きく、避難場所の後方位置までの距離Z<sub>2</sub>より小さい場合は、安全距離より遠方にある場所は安全であり、前方にある場所は危険と評価する。

## 3. システムの適用事例と今後の課題

構成したシステムを用いて、松山市の避難場所を対象とした避難場所の安全性評価を行う。まず気象条件を設定し、シミュレーション・システムを用いて避難場所に対するダイナミックな火災形状を把握する。つぎに、3つの代替案モデルを用いて避難場所の火災熱リスクの算定および、防災緑地の整備とそれらの評価について比較検討を行う。これらの具体的な結果については、講演時に発表する。

本研究では、火災形状の想定の際3つの代替案モデルについて基本的な特性分析を行っているが、今後各モデルについて、実験計画法を用いた要因分析を行い、パラメータの要求精度などの分析を行いたいと考えている。また実火災データによる火災形状設定モデルの検証が最も重要な課題であると考えている。

## 参考文献

- 1) 日本火災学会編：火災便覧，共立出版，1984.
- 2) 岩河信文：都市火災における樹木の防火機能に関する研究 NO.105 p.171, 1984.
- 3) 木俣昇，二神透：防災緑地網整備計画のための火災延焼シミュレーション・システムの拡張化に関する基礎的研究 土木計画学研究・論文集 No.12 pp.151～159, 1995.
- 4) 同上1) p.360