

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

1. はじめに

地震国である日本では、昔から数多くの地震が発生してきた。地震による被害は非常に大きく、特に地震動による家屋倒壊に伴い発生する都市火災による被害は莫大なものになる。そこで、本研究では、地震火災時に安全な避難場所の整備計画を支援することを目標として、火炎の形状設定モデル及び樹木の防火効果に関する考察を行った。

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] 輻射源となる火炎形状の想定
- [step2] 火炎前面に防火樹林が存在する場合、樹林の延焼判定を行う
- [step3] 火炎面と樹林の位置、受熱点の位置関係より輻射受熱量を算定する
- [step4] 算定された受熱量より安全後退距離を求める
- [step5] 火炎から受熱点までの距離と安全後退距離の関係から避難場所の安全性を評価する

本研究では、輻射源となる火炎形状の設定モデルについて挙動特性分析を行い、モデルの挙動を把握した後、防火樹木の存在について考察を行った。

3. 火炎のモデル化に関する考察

火炎の規模は同時炎上奥行きD、火炎高さH、火炎の傾き α 、火炎幅Bにより決定する。火炎幅B、同時炎上奥行きDについては火炎の延焼状況などにより決まる。火炎高さH火炎の傾き α 、火炎長さ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¹⁾

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

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

岩河の式²⁾

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

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

浜田の式

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

ここで、H：火炎高さ(m)、L：火炎長さ(m)、 α ：火炎の傾き(度)、D：同時炎上奥行き(m)、mf：重力燃焼速度(g/cm² sec)、 ρ ：気体密度(g/cm³)、g：重力加速度(cm/sec²)、W：風速(m/sec)、 β ：発熱速度の比率係数

これらのモデル式のうち、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。そこで、これらのモデル式を用いて避難場所の熱リスク評価をするためには、少なくともモデル式により想定される火炎形状設定モデルについて挙動特性分析を行い、その挙動を把握する必要がある。

本研究では、この5つのモデル式を組み合わせることにより、表1のような5つの火炎形状設定モデルを作成した。

表1 火炎形状設定モデル

モデル	パラメータ	火炎高さ H	火炎の傾き α
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 α_2
モデル③	$L_1 \times \sin \alpha_3$	$L_1 \times \sin \alpha_3$	浜田の α_3
モデル④	P. H. Thomas の H_1	H_1	浜田の α_3
モデル⑤	岩河の H_2	H_2	浜田の α_3

この5つの火炎形状代替案モデルについて、風速W、同時炎上奥行きDを変化させ火炎高さH、火炎の傾き α 、前面距離NDの挙動特性分析を行った。その結果、モデル①、モデル⑤はそれぞれ同時炎上奥行きD、風速Wを変化させたときの前面距離NDの挙動がおかしいため、本研究の分析対象からは除いた。

残りの3つのモデルについて受熱量の算定を行った。結果を図1に示す。受熱点までの距離は、受熱量が人体の許容受熱量である2,050Kcal/m²h付近と

なる 130m とした。

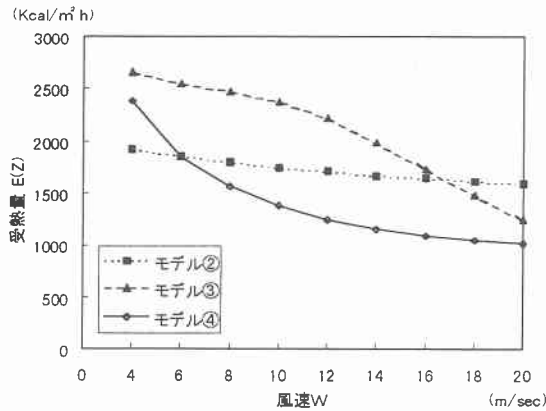


図1 風速の変化による受熱量の比較(Z=130m)

この図より以下のことが分かる。

- ・風速 4m/sec~16m/sec までは、モデル③が最も受熱量が大きいモデルとなる
- ・風速 6m 以上ではモデル④が受熱量の最も小さいモデルとなる
- ・火炎の形状としては、モデル③が最も大きく、モデル④が最も小さい
- ・モデル④を避難場所の安全性評価に用いた場合、危険側に判定する恐れがある

よって、避難場所の安全性評価の際の火炎形状の想定には、モデル③を用いると最も安全側の評価ができる。しかし、モデル③が過大評価している可能性もあるため、実火災との検証が必要である。

4. 避難場所における樹木の存在

4.1 安全後退距離

人体の許容放射受熱量は 2050Kcal/m²h である。放射受熱量が 2050Kcal/m²h となる火炎からの距離を安全後退距離という。避難場所の安全性を評価する場合この安全後退距離を基準とする。

4.2 樹木の存在

関東大震災などの過去の大地震の例から避難場所における樹木には防火効果があることが分かっている。本研究では、火炎幅 B=50m 同時炎上奥行き D=30m である火炎面の前方に、高さ 6m、樹林密度 50%、奥行き 5m である防火樹林が存在する場合の安全後退距離を算定した。(図 2, 図 3)

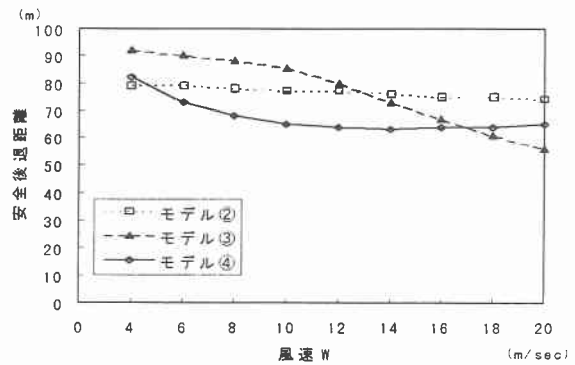


図2 防火樹木が存在しない場合の安全後退距離

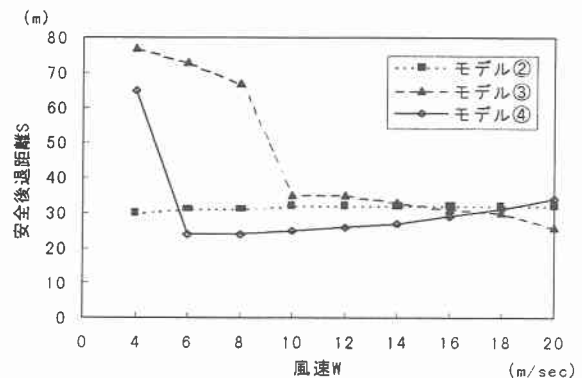


図3 防火樹木が存在する場合の安全後退距離

これらの図より以下のことが分かる。

- ・モデル②に関しては風速が小さくても樹木の防火効果が期待できる
- ・モデル③④に関しても、風速が小さいときから安全後退距離は2分の1以下に減少し、十分な防火効果が期待できる

5. 終わりに

本研究では、避難場所の整備計画支援を目標とし、火炎の形状設定モデル及び避難場所における防火樹木の効果についての考察を行った。その結果、火炎の形状設定モデルについてそれぞれのモデルの挙動特性を明らかにした。また樹木の防火効果に関しては、火災の規模が比較的小さい場合には安全後退距離を半分に以下に縮めることができ、十分な防火効果を得られることが分かった。

参考文献

- 1)二神透：火災延焼シミュレーション・システムによる都市防災計画への研究（金沢大学）学位論文. pp.95~97, 1990
- 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 建築研究報告 NO.105. p.171, 1984.