

近畿大学工学部 正会員 難波義郎
同上 正会員 保野健治郎
日本都市工学設計 正会員 西谷忠彦
日本上下水道設計 正会員 松岡秀男

1. はじめに

建物火災の延焼速度式については、浜田、堀内、室崎、藤田、東京消防庁、大阪市、建設省総プロモデル、浸透モデル(橋、神、青木)、保野、糸井川などの式がある¹⁾。これらの式を用いて、地震時火災の一定時間後の焼失面積を予測し、所要消防力の決定や避難問題などが検討されている。しかしながら、実火災の火災発生場所やその時刻を予測することは困難である。そこで、火災発生初期の実火災データのみをもとにして、火災の延焼状態を予測することを試みることにする。

2. 市街地建物火災の延焼速度式

火災の先端が出火箇所から拡がっていく状況(消火活動を伴わない場合の延焼過程)を焼損面積で捉えた場合の木造系建物の延焼速度式は、一般的にS字状の曲線となる¹⁾。本研究では、地震時火災の延焼速度式²⁾として神戸市内の大規模火災(約10,000~120,000m²)に適用した式(1)が適合できるものとして、以下の研究を行った。

$$A = \frac{G + n \cdot \varepsilon}{1 + \exp\{-a_1 \cdot (x - c_1)\}} - \frac{G + n \cdot \varepsilon}{1 + \exp(a_1 \cdot c_1)} \quad (1)$$

$$\varepsilon = G / (1 + \exp(a_1 \cdot c_1)) \quad (1-a)$$

$$a_1 = f(v/G) \quad (1-b)$$

$$c_1 = f(G/v) \quad (1-c)$$

$$\frac{\exp(a_1 \cdot c_1)}{G + n \cdot \varepsilon} = m_1 \cdot a_1^{m_2} \quad (1-d)$$

ここに、A:焼損面積(m²)、x:出火からの経過時間(min)、G:1棟の建築面積(あるいは焼損危

険のある建物群の建築面積、m²:ただし、A≤G)、v:風速(m/s)、a₁、c₁はvとGの関数として表され、これらはゾーンでとらえて(mean a₁, max a₁, min a₁)および(mean c₁, max c₁, min c₁)として表現される。具体的な数式については紙面の関係で省略するが、これらの組み合わせで結果的に(A_{mean}, A_{max}, A_{min})が算出される。またn、m₁およびm₂は係数である。

3. 焼損面積の予測

前述のように、実火災においては火災発生場所やその時刻を完全に予測することは現在のところ困難である。しかし、火災発生初期の実火災データをもとにして、火災の延焼状況を予測することを検討する。兵庫県南部地震における大規模火災の調査地区2(西代通、戸崎通、大田町、戎町)の場合を図1に示す。実測値は、A_{mean}とA_{min}との間に画かれていることがわかる。そこで、図1の(x=73min, A=3,830m²)のときのa₁およびc₁を次のようにして求めることにする。A_{mean}(x=73min, A=5,275m², a₁=0.0114, c₁=176.7)、A_{min}(x=73min, A=2,531m², a₁=0.00673, c₁=314.4)であるから、(x=73min, A=3,830m²)の場合のa₁およびc₁を上記のA_{mean}およびA_{min}の値より比例配分すれば、a₁=0.00894およびc₁=249.2となる。調査地区2のG=36,830m²であり、式(1-a)よりε=3579.7となり、G+n・ε=43,667.3となる。これらa₁=0.00894、c₁=249.2およびG+n・ε=43,667.3を式(1)に代入したものを図2の破線で示し、実測の火災データとの相関図を図3(R:0.977)に示す。

次に、図1の(x=133min, A=7,200m²)の場合はa₁=0.00809およびc₁=274.3であるから、(x=73min, A

キーワード:地震、火災、焼損面積、予測

〒739-21 広島県東広島市高屋うめの辺1番 TEL 0824-34-7000 FAX 0824-34-7011

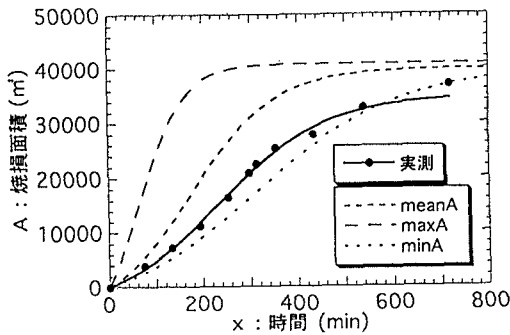


図1 焼損面積と時間の関係（調査地区2）

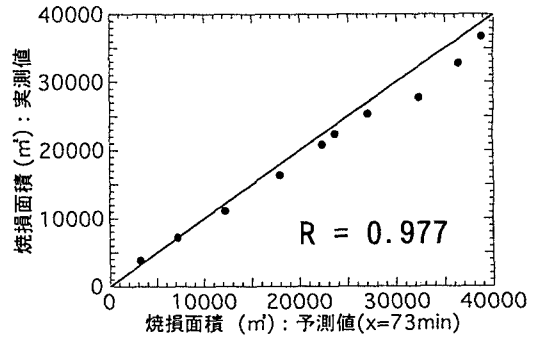


図3 実測および予測の相関（調査地区2：x=73 minの場合）

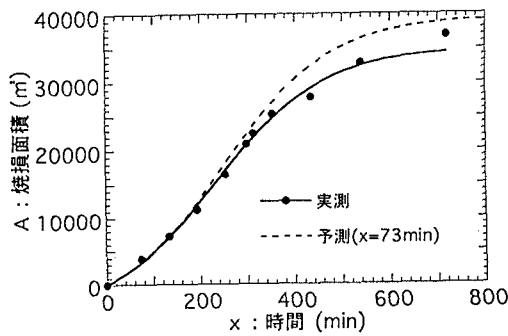


図2 実測および予測の焼損面積と時間の関係（調査地区2：x=73minの場合）

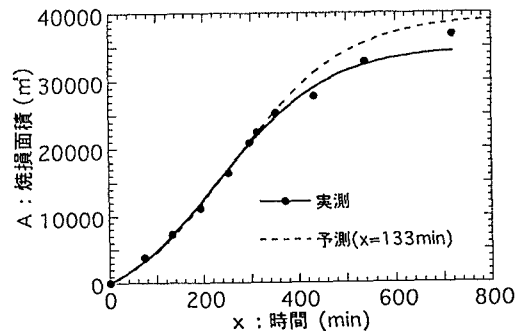


図4 実測および予測の焼損面積と時間の関係（調査地区2：x=133minの場合）

=3,830m²）の場合の $a_1=0.00894$ および $c_1=249.2$ との平均値として、 $a_1=0.00852$ 、 $c_1=261.8$ および $G+n \cdot \varepsilon=43,662.7$ の場合を図4に破線で示す。実測の火災データとの相関は $R=0.989$ となっている。

以下同様に、($x=193\text{min}$, $A=11,150\text{m}^2$, $a_1=0.00827$, $c_1=269.2$, $G+n \cdot \varepsilon=44,432.5$, $R=0.988$), ($x=253\text{min}$, $A=16,400\text{m}^2$, $a_1=0.00818$, $c_1=271.6$, $G+n \cdot \varepsilon=43,705.4$, $R=0.992$), ($x=298\text{min}$, $A=20,851\text{m}^2$, $a_1=0.00819$, $c_1=271.4$, $G+n \cdot \varepsilon=43,703.8$, $R=0.992$), ($x=313\text{min}$, $A=22,426\text{m}^2$, $a_1=0.00822$, $c_1=270.5$, $G+n \cdot \varepsilon=43,698.6$, $R=0.992$), ($x=353\text{min}$, $A=25,369\text{m}^2$, $a_1=0.00825$, $c_1=269.7$, $G+n \cdot \varepsilon=43,694.1$, $R=0.991$), ($x=433\text{min}$, $A=27,793\text{m}^2$, $a_1=0.00816$, $c_1=272.4$, $G+n \cdot \varepsilon=43,710.9$, $R=0.992$), ($x=538\text{min}$, $A=32,788\text{m}^2$, $a_1=0.00808$, $c_1=274.6$, $G+n \cdot \varepsilon=43,726.5$, $R=0.991$)となっている。 $x=193\text{min}$ 以降は同様の傾向を示すので省略する。

このように調査地区2の場合には、($x=73\text{min}$)および($x=133\text{min}$)のような火災発生初期の実火災のデータ（1, 2個の火災データ）によって、その後の火災の延焼状態をかなりの精度で予測することが可能であることがわかる。

4. まとめ

予測値の重相関係数は、 $R \approx 0.8 \sim 0.95$ であり、神戸市の地震時火災発生初期の実火災データ（1, 2個の火災データ）によって、その後の火災の延焼状態をかなりの精度で予測することが、各調査地区とも可能であることがわかる。また、この方法は平常時における焼損面積の予測にも同様に適用できる。

- 参考文献 1) 堀内三郎ほか：新版建築防火，朝倉書店，1994
2) 保野健治郎ほか：地震時火災の延焼速度式に関する基礎的研究，日本火災学会論文集，P15～23，Vol. 44，No. 1.2，1996