

火災時における河川の延焼遮断効果

東洋大学工学部 学生員 坂本 崇文  
 東洋大学工学部 正員 福井 吉孝  
 佐藤工業(株) 津戸 伸介

1. はじめに

市街地では家屋が密集して建っているため、震災による大規模火災が発生すると、消防活動が追いつかず、次々と延焼拡大していく事がある。そのような延焼は、連続した不燃領域である延焼遮断帯(道路、緑地帯、河川など)を効果的に配置する事で防ぐ事ができる。

本研究では、火災時の熱の伝わりについて数値解析、室内実験をする事で河川の延焼遮断効果の検討を行った。

2. 数値解析

基礎方程式として、次の(1)~(4)式を用いた。

$$\text{連続方程式} \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \dots (1)$$

$$\text{運動方程式} \quad \frac{D(u)}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \dots (2) \quad \frac{D(v)}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \rho g \dots (3)$$

$$\text{エネルギー方程式} \quad \rho C \frac{DT}{Dt} = \frac{Dp}{Dt} + \frac{\partial}{\partial x} \left( -k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( -k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \dots (4)$$

$\rho$ : 密度  $[kg / m^3]$   $p$ : 圧力  $[N / m^2]$   $\mu$ : 粘性係数  $[kg / m \cdot s]$   
 $T$ : 温度  $[K]$   $u$ : 流速の  $x$ 成分  $[m / s]$   $v$ : 流速の  $y$ 成分  $[m / s]$   
 $C$ : 比熱  $[J / kg \cdot K]$   $k$ : 熱伝導率  $[W / m \cdot K]$

(1)~(4)の二次元式を陽解法で差分し、離散化した。ここで運動方程式、エネルギー方程式中の圧力の微分項を、大気圧中で圧力はほとんど一定であることから省略し、粘性項は定数で与えた。境界条件として火災発生家屋の温度変化を、

$$T(t) = T(t-1) + 3.5 \quad (1 \leq t \leq 360[s]) \dots (5) \quad T(t) = T(t-1) - 2.0 \quad (t > 360[s]) \dots (6)$$

と与え、この時の隣接家屋の温度変化から延焼遮断効果を検討した。初期条件(空気)として、気温20℃、流速0m/s、大気の密度1.2kg/m<sup>3</sup>を与え、河川の温度は一定とした。解析CASEを表-1に示す。

表-1 解析 CASE

	家屋の距離(m)	河川の幅(m)	植樹帯の有無
CASE1	6.0	なし	なし
CASE2	6.0	20	なし
CASE3	6.0	20	あり

キーワード: 火災、河川、延焼遮断帯

連絡先: 〒350-0815 埼玉県川越市鯨井 2100 Tel 0492-39-1404 Fax 0492-31-4481

3.実験

図-1の箱内において熱源から伝わる温度の変化を測定する。熱源を  $x=0$  とし、 $x=40\text{cm}$ 、 $y=20\text{cm}$  の点で、箱を横断して設置された棒状のセンサーで温度を測定する。室温を  $16^\circ\text{C}$ 、熱源の温度変化を360秒まで温度を上昇させ、その後電源を切り温度を下降させる。角材を植樹帯、氷水を河川とみなして、実験を行った。実験 CASE を表-2 に示す。

4.解析結果及び実験結果

解析結果を図-2 に示す。家屋間に何も無い場合の CASE1 と家屋間に河川を設けた CASE2 を比較すると河川を設ける事で温度を軽減できることが判る。また、CASE3 の家屋間に河川と植樹帯を設けることで、その効果がさらに増すことが判る。次に、実験結果を図-3、4 に示す。解析結果と同様に CASE E-2、CASE E-3 それぞれの CASE で熱の伝わりを遮断していることが判る。このことから、解析により求められた伝熱現象を実験により確認する事ができた。以上の事から、家屋間に河川や植樹帯があると火災時に延焼を遮断する効果があると言える。

5.おわりに

今回の解析は、火災の伝熱現象の基本的な特性を見るために二次元で行ったため、植樹帯の上方を温度が伝わる形になっている。実際の火災現象は三次元的であるから、二次元的特性の把握にさらに勤めるとともに、三次元解析を行う必要がある。また、火災の際の顕著な現象の一つで火災発生家屋の温度が急激に上昇するフラッシュオーバー現象を考慮するには、伝熱現象の他に、熱の対流、輻射についても考慮する必要がある。さらに、火災発生時の風速は、火災の延焼の規模を大きく左右するので解析において風速を考慮していく予定である。

<参考文献>

- 1)長谷見雄二：火事のサイエンス、井上書院、1986。 2)塚本孝一：火事の話、白亜書房、1995。

表-2 実験 CASE

	熱源との距離(cm)	氷水の有無	角材の有無
CASE E-1	40.0	なし	なし
CASE E-2	40.0	あり	なし
CASE E-3	40.0	あり	あり

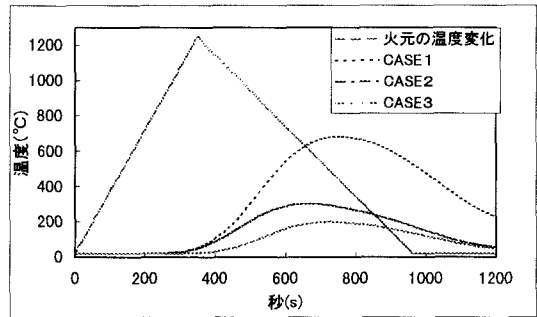
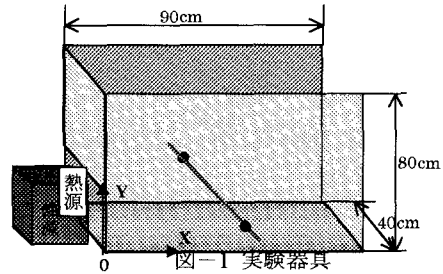


図-2 解析結果

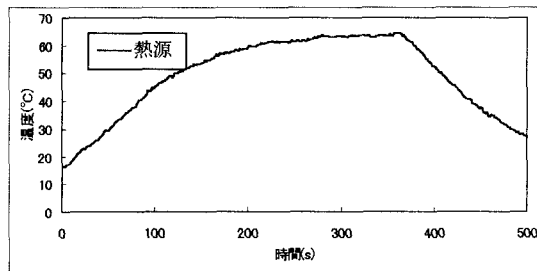


図-3 熱源の温度変化

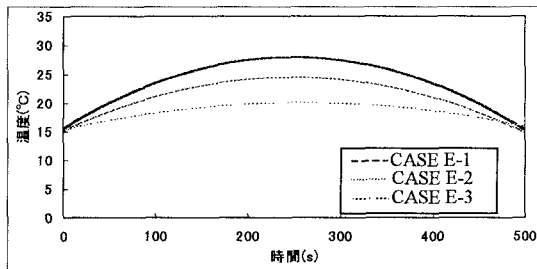


図-4 実験結果 (x=40cm,y=20cm)