

東洋大学工学部 学生会員 坂本 崇文
 東洋大学工学部 学生会員 津戸 伸介
 東洋大学工学部 正会員 福井 吉孝

1、はじめに

市街地では家屋が密集して建っているため、火災が発生すると次々と延焼拡大していくことがある。延焼により大規模火災に発展する可能性があるため、市街地では延焼を防止するための対策が必要である。現在では消防設備の充実により大規模火災は稀になってきた。しかし平成 7 年の阪神大震災では、消防活動が十分に機能せずに大規模火災に発展してしまった。このような大震災の場合、延焼の防止に効果のあるのは延焼遮断帯である。延焼遮断帯とは連続した不燃領域のことで、空地、道路、線路、緑地帯、河川、などがある。阪神大震災の時もこれらの延焼遮断帯によって多くの延焼が防止された。この延焼遮断帯を市街地に効果的に配置することで延焼を飛躍的に軽減することができ、防災に強い都市を形成することができると考えられる。

特に河川は地震により水道管が破壊された場合でも消防用水として役立ち、また河川敷は避難場所として活用できるほか、平時には防災訓練の場や一般市民の憩いの場となり、より有効的な延焼遮断帯であるといえる。本研究では火災の延焼についての数値解析を行い、河川の延焼遮断効果について検討した。

2. 支配方程式

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

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

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

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

ρ : 密度[kg/m³]、 p : 圧力[N/m²]、 R : 気体定数[J/kg・K]、 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・K]、 k : 熱伝導率[W/m・K]

3. 数値解析について

今回の解析では運動方程式中の圧力の微分項を、大気圧中では圧力はほとんど一定（文献 1 より）であることから省略した。また、ここで粘性項を考慮せず定数で与えた。同時にエネルギー式についても圧力の微分項を省略した。

計算の初期条件は、気温を 20℃、流速 0m/s、大気の密度 1.2 kg/m³ を与えた。解析モデルは表 1. のような 8 通りのケースについて解析した。

初期条件

ρ (kg/m ³)	1.2
u (m/s)	0.0
v (m/s)	0.0
T (°C)	20.0

キーワード：河川、伝熱現象、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

次に、境界条件として火災発生家屋 温度変化を（文献2より）

$T(t)=T(t-1)+3.5\ (1\leq t\leq 300\ [s])$ (5)

$T(t)=T(t-1)-2.0\ (t>300\ [s])$ (6)

で与えた。そして周囲の温度の変化を支配方程式(1)~(4)により求め、この時の隣接家屋の温度の変化から延焼遮断効果を検討した。なお、今回の解析に用いる支配方程式は差分法により離散化を行った。

表 1.

	家屋の距離(m)	川の幅(m)	木の有無
CASE1	6.0	なし	なし
CASE2	6.0	2.0	なし
CASE3	6.0	1.0	なし
CASE4	6.0	2.0	あり
CASE5	4.0	なし	なし
CASE6	4.0	2.0	なし
CASE7	4.0	1.0	なし
CASE8	4.0	1.0	あり

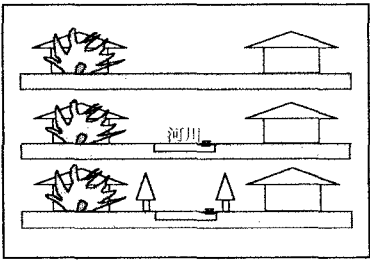
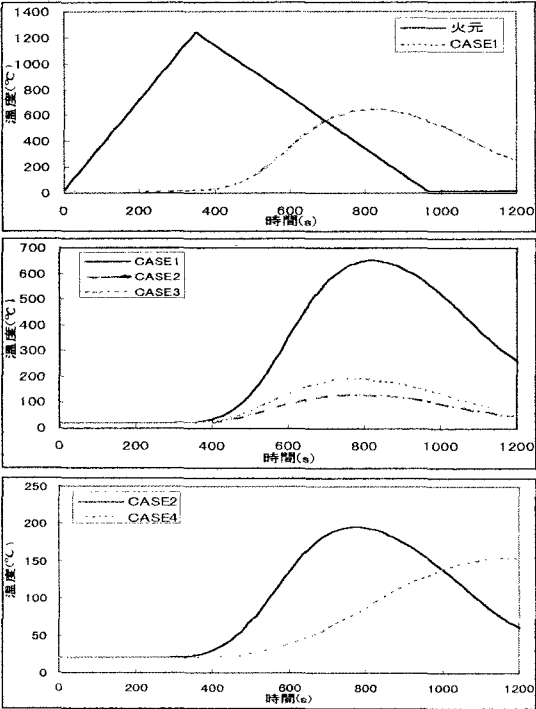


図1 解析モデル

4.解析結果

解析結果は、グラフに示した通りである。家屋間に距離があれば家屋間の温度の伝わりは若干遅く最高温度が低くなっていることがわかる。また家屋間に河川があるとその河川の幅が大きいほど、温度の伝わりを軽減することができる。さらに、河川に沿って植樹すると、その効果がさらに増し、温度の伝わりを遅くさせ、延焼を遮断することができると考えられる。

隣接家屋の温度変化(家屋間の距離 6 m)



隣接家屋の温度変化(家屋間の距離 4m)

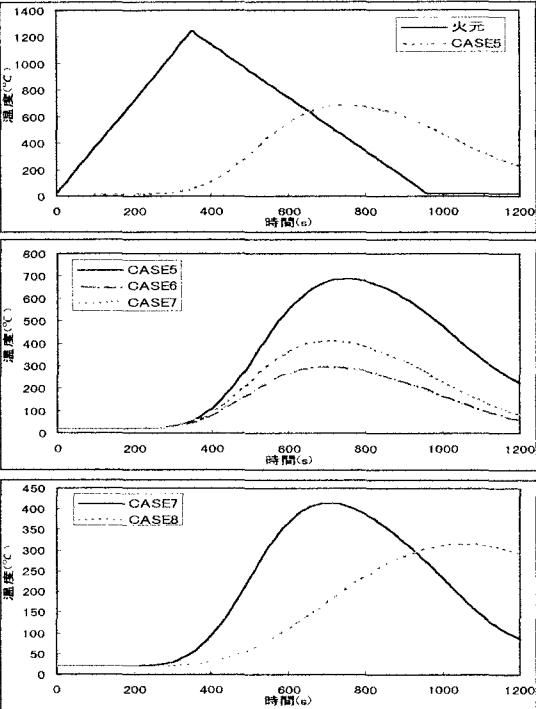


図2

おわりに

今回の解析では運動方程式中の粘性の項を省略してしましたが、今後、粘性を考慮し解析する考えである。同時に火災家屋の温度が急激に上昇するフラッシュオーバーについても考慮し、研究を進める予定である。

〈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.