

II - 317

火災の延焼と河川

東洋大学大学院 学生会員 中澤 忠誠

東洋大学工学部 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

我々の生活において火は欠かせないものであるが、しかしそれは常に火災という危険を伴っている。特に市街地のように家屋が密集している地域で火災が発生すると、近隣の家屋に火が燃え広がり、被害は甚大なものとなる。このような市街地の火災において、河川は消防用水として役立つだけでなく、火災の延焼を防ぐ役割もあると考えられる。本研究では、火災の延焼を数値解析を行い、火災における河川の役割についての検討を行った。

2. 概要

火災が発生すると周囲の温度は上昇して行き、ピーク時（火災発生から約5分後）には1000℃程度にまで上昇する。このとき熱伝導、熱放射の伝熱現象により隣接する家屋に熱を伝えられ、温度が上昇する。そして木造の家屋の場合、250℃程度まで温度が上昇すると隣接する家屋に火が燃え移る。これが延焼の原理である。

このとき、熱伝導による熱は大気中及び地面を通じて伝わるため、大気や地面の温度も上昇する。しかし隣接する家屋との間に川が流れている場合には、地面の温度はほとんど変わらず、更に大気の温度も川によって温度が下げられる。したがって、河川には火災の延焼を防止する効果があると考えられる。

3. 伝熱の基礎理論

3-1. 熱伝導

熱伝導と言うのは、物質を媒体として熱が伝わる現象で、熱の移動量は温度勾配に比例する。すなわち

$$q = -k \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad \dots (1)$$

である。ここで、 q は熱流束[W/m²]、 T は温度[K]、 k は熱伝導率[W/mK]である。

3-2. 熱放射

熱放射と言うのは、電磁波により熱が伝わる現象で、物質を媒体としない。通常、気体などは放射の影響を受けず、見かけ上は火災発生源から隣接する家屋に熱が伝わっている。このときの熱の移動量は、

$$q = \varepsilon \left(\frac{A \sigma T^4}{4 \pi R} \right)^2 \quad \dots (2)$$

で表すことができる。ここで、 q は熱流束[W/m²]、 R は隣接している家屋までの距離[m]、 A は火災発生源の表面積[m²]、 σ はステファンボルツマン定数(=5.8×10⁻⁸)[W/m²K⁴]、 T は温度[K]である。

キーワード：延焼，伝熱

連絡先：東洋大学工学部

〒350 埼玉県川越市鯨井2100 Tel 0492-39-1404 Fax0492-31-4482

3-3. エネルギー保存

伝熱現象により伝わってきた熱と温度の関係は

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho C T) = -\frac{\partial q}{\partial x} - \frac{\partial q}{\partial y} \quad \dots (3)$$

である。ここで、 ρ は熱が伝わる物質の密度[kg/m³]、 C は比熱[J/kg・K]である。

4. 解析方法と結果

解析は、火災発生源に隣接した家屋(B)の温度 T_B は、式(1)～(3)を連立させ、そのほかの部分の温度は式(1)と(3)を連立させて求めた。このとき、式(1)と式(3)は差分化した式を用いた。

解析は次のような2通りのモデルについて行った。

case1: 隣接する家屋との間に河川がない場合

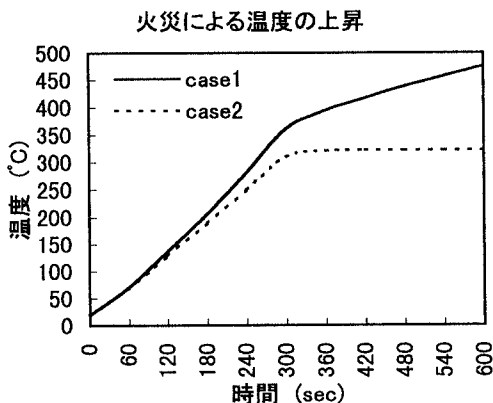
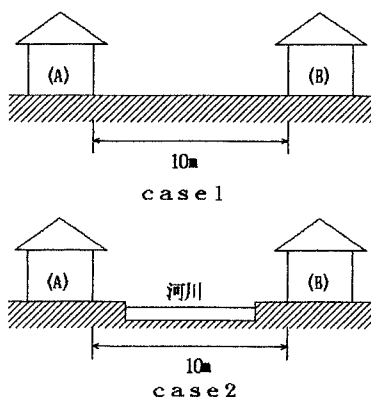
case2: 隣接する家屋との間に河川がある場合

このとき、初期温度はすべて20℃とし、火災発生源(A)の温度 T_A は

$$T_A = 3.5t + 20 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (0 < t < 300)$$

$$T_A = 1070 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (300 \leq t)$$

で与えた。



解析結果は、グラフに示した通りである。今回の解析に用いたモデルの場合、case2においても(B)の家屋の温度が250℃に達してしまっているため河川が完全に延焼をくい止めることは出来ないものの、case2の方が温度の上昇が遅くなっている。また火災がピークに達した後の温度の上昇もcase1では顕著にみられるが、case2ではほとんど見られない。したがって、河川は火災の延焼の防止に効果があるといえる。

また、今回は風の影響については考えていないが、通常火災が発生すると温度の上昇にともなう対流により激しい風が吹くといわれている。今後はこのようなことを考慮して行きたいと思う。

参考文献

伝熱工学 J・R・ホールマン著 丸善株式会社