

東洋大学工学部 学生会員 坂本 崇文
 東洋大学工学部 寺本 敬
 東洋大学工学部 富田 政夫
 東洋大学工学部 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

震災等により市街地で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ことがある。火災の延焼現象は、火災発生家屋と隣接家屋の間で熱が伝わり隣接家屋を発火させる。熱の伝わりはさまざまな形で行われるが、その基本的な形式は「熱伝導」、「対流熱伝達」、及び「輻射熱」の三つであり、これらの伝熱形式が組み合わされて現れるか単独で行われる。そこで、熱の伝わりを軽減させる手段として、延焼遮断帯（道路、空き地、緑地帯、河川など）を設け、市街地に効果的に配置する事で熱の伝わりを軽減させ、延焼を防止して震災に強い都市を形成する事が出来ると考えられる。

本研究では、延焼遮断帯を効果的に配置するにあたって、火災延焼のメカニズムを解明するため熱の伝わりの一形式である「熱伝導」についての模型実験、数値解析を行い検討した。

2. 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。箱の上部(天井)は開放してあり、末端(x=90cm)でも外気の出入りが自由になっている。これは箱内に熱が充満し、温度がこもり温度変化が上昇しすぎるのを防ぐためである。x=0, y=0~30cm に 80℃の熱源を置き、箱を横断して設置された棒状のセンサーで、温度の時間変化を測定する。実験時の室温は 20℃であった。温度の測定点を表 1 に示す。

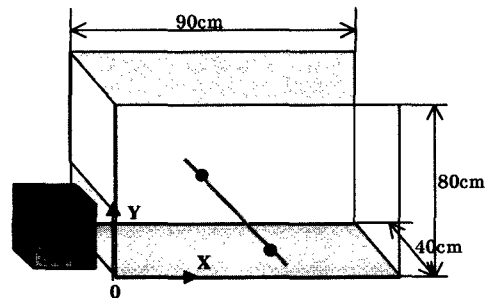


図 1 実験装置概略

3. 数値解析

二次元の熱伝導方程式は次式で表される。

$$C\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad \dots(1)$$

ここに、 C : 比熱 $[J/(kg \cdot K)]$ ρ : 密度 $[kg/m^3]$ T : 温度 $[K]$ k : 熱伝導率 $[W/(m \cdot K)]$ である。上記の空間二次元熱伝導方程式を差分法で計算した。本来、熱伝導を解析する際、空間三次元で解析を行うことが理想とされるが、今回の解析では熱伝導の傾向を見る意味から空間二次元解析で解析した。ここで、密度 ρ 、熱伝導率 k 、比熱 C は、温度差範囲の小さな場合には定数として取り扱う事が出来るため、空気の熱物性値を以下のように与えた。

$C=1006J/kgK$, $\rho=1.2kg/m^3$, $k=2.41 \times 10^{-2} W/mK$

表 1 実験測点

測点	x方向距離(cm)	y方向距離(cm)
測点A	10	20
測点B	20	20
測点C	30	20
測点D	40	20

Keyword : 延焼遮断帯、熱伝導

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL : 0492-39-1404 FAX : 0492-31-4482

1)初期条件

計算開始時($t=0$)には計算領域内全域で $T_0=293.15$ (K)を与えた。

2)境界条件

計算メッシュ上の $x=0, y=0$ から $x=0, y=my$ 点まで熱源の温度として、 $T=353.15$ (K)を与えた。この値は計算中($t=0$ から $t=mt$)一定である。

以上の 1)初期条件、2)解析条件を用いて各点における温度 $T(x,y,t)$ を計算した。

4.実験結果及び解析結果

実験結果を図2に示す。測点Aの熱源との距離が一番近い場所での温度変化を見ると初めの5分間で約45℃まで温度が上昇し、それ以降温度の上昇は鈍り一定温度に近づく。側点Bから側点Dについて熱源から距離が離れるに伴い温度の伝わり方に差ができていくことが判る。次に、数値解析の結果を図3に示す。図3において測点aは実験の測点Aに、測点bは測点Bに、測点cは測点Cに対応している。実験により求められた結果と比較すると、解析結果は緩やかな温度上昇である。熱源からそれぞれ20cm,30cm 離れている測点b、測点cにおいて温度は実験値と比べ低くなっている。そこで、空気中の熱を伝わりやすくするため、測点a、測点bにおいて、計算に用いる熱伝導率 k の値を $k=2.41 \times 10^{-2}$ から 3.0×10^{-2} に上げて解析を行った結果を図4に示した。図4で測点a k, b kは k の値を変えた結果である。熱伝導率 k の値を上げることで熱が伝わりやすくなり、時間毎の温度がそれぞれ高くなっている事が判る。しかし、温度の上昇は緩やかなままであり実験で得た結果のような短時間での温度上昇は見られない。何故なら実際の減少は熱伝導だけでなく、対流や輻射によって熱の伝わりは加速されるからである。

5.まとめ

実験結果と解析結果を比較すると、双方に多少のずれが生じていることが判る。これは、今回の解析において熱の移動は熱伝導によるものとされているが、実際空気中を伝わる熱はさまざまな形で伝播されるため、熱伝導の他に熱の伝わりを増幅させる対流熱伝導、輻射熱などが組み合わされた結果と考えられる。今回の熱伝導により求めた解析結果をもとに、今後は対流熱伝導、輻射熱を考慮し研究を進めていく予定である。

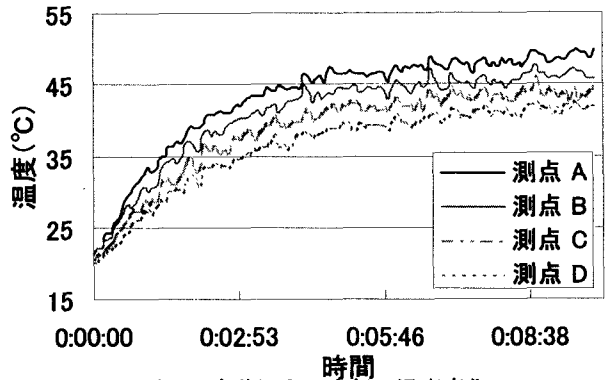


図2 実験による空気の温度変化

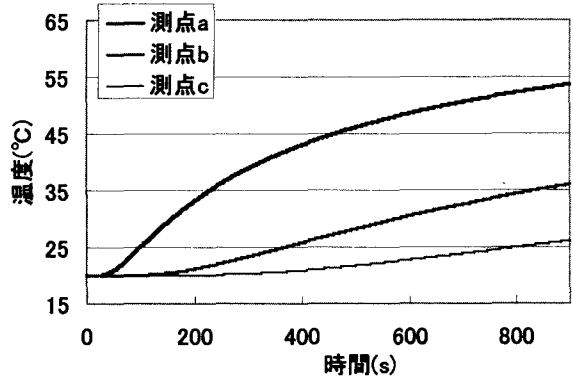


図3 解析による空気の温度変化

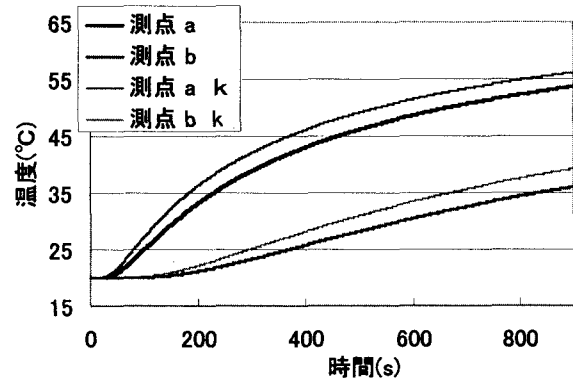


図4 熱伝導率を上げた時の空気の温度変化