

(II-25) オープンスペース付近における2次元火災に伴う渦の挙動に関する基礎的研究

宇都宮大学 学生員 齋藤 崇
宇都宮大学 正員 池田 裕一
宇都宮大学 フェロー員 須賀 堯三

1. はじめに

近年、都市の開発が進むにつれ、緑の維持や都市災害時の避難場所としてオープンスペースの必要性が重要視され始めた。しかし、大規模火災におけるオープンスペースの安全性を考えるには、火災旋風のような突風の影響を無視できない。本研究ではその手始めとしてまず、過去の発生状況を文献により調査し、火災に伴う突風・旋風の因果関係を整理した。そして、いくつかあるパターンの1つとして、熱源による浮力と周囲の温度成層との相互作用より生ずる渦の挙動について、水槽を用いた室内実験を行い、若干の考察を加えた。

2. 火災旋風の分類

過去に発生した火災旋風の事例¹⁾や実験での観察結果^{2), 3)}を検討したところ、火災旋風の空間規模が、火災を局所的に2次元と見る場合(小規模)、熱源の形状と一般風の影響が大きい場合(中規模)、より大きなスペースで旋風が多発し相互作用が生じるような場合に分類できることがわかった。これら3種類の現象について、発生要因などを整理したものを、表1に示す。ただし、ここに示した呼称は、この種の現象に従来用いられてきた様々な呼び方を、今回の分類に便宜的に当てはめたものである。一樣風が強いと、流況が3次元になるので、小規模で2次元的な挙動は、風が弱く温度成層が形成される場合に限られるものといえる。中規模の場合には一樣風と熱源からの上昇流との相互作用が重要となる。大規模の場合には成層と一樣風のどちらが支配的になるかにより現象が異なると思われる。

本研究では、手始めに「2次元・小規模」の場合について実験する。

表1. 火災旋風の分類

呼称	空間規模	次元	熱源の状況		大気の状態		発生要因
			発生箇所	形状	成層	一樣風	
火災突風	小規模	2次元	単独	幅片側両側	◎	△	浮力と重力の相互作用
火災旋風	中規模	3次元	単独	点線コの字	△	◎	一樣流の回り込み 水平せん断流からの水平渦発生 大建築物からのカルマン渦の発生
火災嵐	大規模	3次元	多発	配置	△ ◎	◎ △	火炎の合流 面的な熱源

3. 実験装置および方法

本研究では、横60cm・高さ35cm・奥行30cmの水槽で実験を行った。ただし、実験対象領域の奥行きは、アクリル板を挿入して自由に変えられるようにした。図1に示すように、水槽の上部・下部には、それぞれ温水槽・冷水槽を設置する。そしてそれぞれポンプを使用して上部には温水下部には冷水を循環させ水槽内に水温成層を形成させる。水槽底面の中央には、オープンスペースを挟んで2次元的な火災が発生している場合を想定して、図のように同じ仕様の棒形ヒーターを2本、奥行方向に平行に設置した。ヒーター間隔は10cmとした。水温成層形成後、この2本のヒーターを同時に始動させて火災による熱対流を模擬した。その流況は、ヒーター直下から染料を注入して可視化した。実験条件は表2に示す通りである。

4. 実験結果と考察

case 1 では、水槽の奥行を30cmとして実験を行った。ヒーター加熱直後の2次元流況を写真1に示す。熱源から上昇した流れは、上部の温度の高い層に阻まれて、ある高さで一旦キノコ状になって留まり、その後水平方向に伸びていった。実験開始前の予想では、左右からの流れは中央で衝突した後、乱れて混ざり合うものと思われた。ところが、実際には、写真2に見られるように、片方は手前に、もう片方は奥へと流れて行くことが分かった。2次元的な実験条件において、3次元的な現象が現れたわけである。この現象は、水平に伸びた流れが衝突した際に、左右にすれ違うだけの余裕が奥行に存在したためと思われる。またこうした流れのすれ違う箇所では、せん断層が形成されているので、鉛直方向に軸を持つ旋回流が生じている可能性もある。

次にcase 2 では、こうした奥行の影響を確認するために奥行を3cmに変えて実験を行った。すると、写真3に示すように左右からの水平流は、衝突後、今度は上下にすれ違うことがわかった。左右のわずかな温度差により、こうした非対称構造が現れたのだろう。なおこのcase 2 では、奥行方向のすれ違いは見られなかった。

5. おわりに

以上、2次元的な火災を想定して実験をしたところ、非対称な現象が見られた。また、場合によっては3次元的な現象が発生することも分かった。今後は、様々な場合を想定して、その流れパターンを検討していく予定である。

謝辞：本研究を行うにあたり、旭硝子財団の研究助成（研究代表者：池田 裕一）を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 山本 邦博：火災旋風、火災、第24巻、P234～258、1974.
- 2) 山本 邦博：多発火災の周囲で発生する火災旋風、混相流、9巻、2号、P105～115、1995.
- 3) 光田 寧、文字 信貴：大火災に伴う旋風について、京都大学防災研究年報、N25、P255～271、1982.

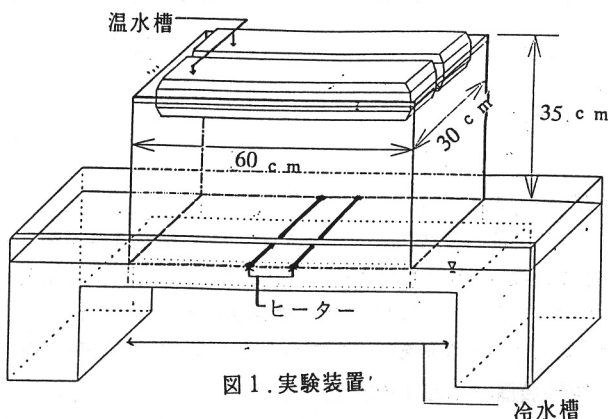


図1. 実験装置

表2. 実験条件

case	水深 cm	温度勾配 ℃/cm	奥行き cm
1	25	0.64	30
2	27	0.48	3

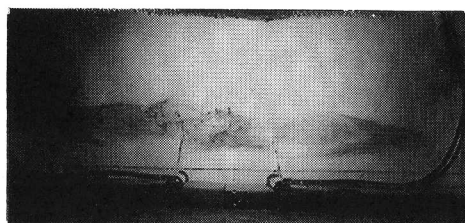


写真1 2次元流況 (case 1)

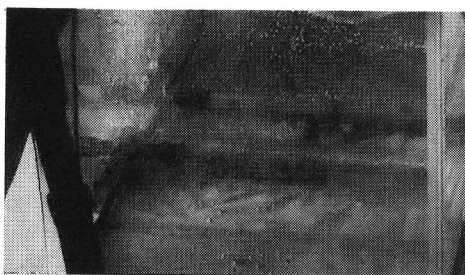


写真2 水平面内のすれ違い (case 1)

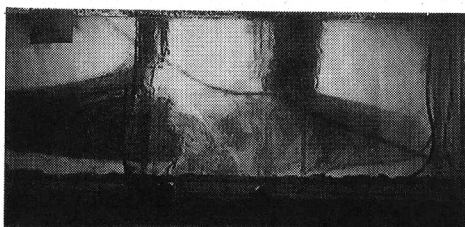


写真3 鉛直面内のすれ違い (case 2)