

## 東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

### ■ 研究成果概要報告書

研究課題		自由空間および区画内での立体的可燃物の燃焼性状に関する実験的研究	実施年度
			平成23年度
研究代表者	所属	京都大学工学研究科建築学専攻	
	氏名	原田和典	

#### 1. 研究の背景および目的

室の初期火災では、少数の可燃物の燃焼が次第に拡大し、フラッシュオーバーに至る過程となる。初期火災の拡大速度を定量的に捉えるためには、可燃物の燃焼性状を正確に予測する必要がある。火災初期の可燃物の燃焼性状、特にその発熱量と火炎形状、および火炎から放射される熱量を定量的に把握することは肝要である。これまでも可燃物の燃焼性状の予測を目的とした研究は実施されている。しかし、それら既往研究の多くは、発熱速度をコントロールしやすい液体燃料やガスバーナー、すなわち2次元的な平面火源の実験に基づく知見である。

しかし、実際に建物内に収納される可燃物には立体的可燃物が多く、従来の平面的火源の知見が適用できるか十分な検証は行われていない。そこで本研究では、立体寸法をパラメータとした可燃物（ウレタン）を試験体とした燃焼実験を実施し、基本的燃焼物性値の実験値を考慮しながら、立体的可燃物の燃焼性状の解析、考察を実施する。

自由空間における可燃物の燃焼性状予測に関しては、佃らは各種寸法のウレタンブロックの燃焼予測モデルを提案している[1]。また、新谷らは室内での可燃物群の延焼拡大を予測するため、室上部に形成される煙層、天井及び周壁から可燃物の表面に入射される外部放射の影響を考慮したモデルを作成し、延焼速度の増加を説明した[2]。

しかし、可燃物が壁体に近接している場合の熱フィードバックの効果については不明な点が残されており、既往のモデルでは十分に考慮されていない。したがって、本研究では壁際や隅角部の壁面に近接して置かれた可燃物の燃焼性状を測定し、モデル化するための基本情報を提供することを目的として実験を行った。実験では、5m角フードを利用し、可燃物の燃焼性状として、火炎形状、火炎プルーム温度分布、放射熱量、燃焼発熱量、可燃物の重量減少速度などを測定した。また、実験から得られたデータをもとに立体的可燃物の燃焼性状の解析、考察を実施した。

[1] 原田和典, 佃めぐみ, 松山賢, 大宮喜文, 抱憲誓, 「ウレタンブロックの三次元燃焼における発熱速度予測」, 日本建築学会大会学術講演梗概集A, pp.347-348, 2009年8月

[2] 新谷祐介, 原田和典, 「熱のフィードバック効果を考慮した延焼拡大モデル」, (社)日本建築学会環境系論文集, 第74巻, 第641号, pp.759-766, 2009年7月

## 2. 研究成果および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

### （1）実験方法

燃焼フードの下に耐熱ガラスまたはセラミックファイバーボードで壁または壁隅角部を設置し、その近傍でウレタンブロックを燃焼させた。壁と可燃物の間の距離を変化させて燃焼性状を観察し、壁からの熱フィードバックの効果について観察した。ウレタンブロックの寸法は 500×500×500mm で、密度は 15.6kg/m<sup>3</sup> である。周壁で使用された耐熱ガラスの寸法は 1000×1000×8mm(厚さ)、セラミックファイバーボードの寸法は 1800×900×50mm(厚さ)である。

実験計画では、壁との離隔距離をパラメータとした。実験 1 は自由空間（壁なし）、実験 2 と 3 ではガラス壁を用い、実験 2 では平面壁、実験 3 では壁隅角部に密着した場合の燃焼性状を目視観察するために行った。実験 4 a～d はセラミックファイバーボード平面壁で離隔距離を変化させた。実験 5 a～d ではセラミックファイバーボード隅角部からの離隔距離を変化させた。いずれの実験でも、点火位置は上面中央とした。

### （2）測定結果

ガラス壁を使用した実験では、平面壁（実験 2）および隅角部（実験 3）ともに、自由空間での発熱速度との差は比較的小さかった。点火直後の火災成長率には大差なく、最盛期の最大発熱速度値は隅角部設置の場合が若干大きかった。一方、セラミックファイバーボード壁を使用した場合には、初期の火災成長率と最大発熱速度ともに壁際設置で 1 割、隅角部設置で 4 割ほど自由空間よりも大きくなった。

壁もしくは隅角部との離隔がある場合には、最大発熱速度が著しく増加した。壁との隙間への空気流入が燃焼に十分であれば隙間部分での熱フィードバックによって燃え拡がり早くなり、燃焼速度も大きくなるためと考えられる。セラミックファイバーボードを使用した場合、壁際では離隔距離が 50mm で最大発熱速度が最も大きくなった。隅角部設置では離隔距離 100mm まで発熱速度は単調に増加した。すなわち壁際よりも隅角部の方が、熱フィードバックが強くこれが解消するまでに大きな離隔距離が必要となる。

### （3）結論

耐熱ガラス壁の場合には、壁際および隅角部設置のいずれも熱フィードバックによる発熱速度の増加は小さかった。これは耐熱ガラスからの熱損失が大きいためと考えられる。セラミックファイバーボード壁の場合には、発熱速度は壁際設置で 1 割、隅角部設置で 4 割増加した。また、離隔距離がある程度まで増加すると発熱速度は増加するがその後はむしろ減少し、自由空間の値に近づく。

### 3. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅 費		人 件 費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
ガラス被覆熱電対、 実験用材料	447,720		0		0
計	447,720	計	0	計	0

### 4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

平成23年度の実験を通じて、限られた条件ではあるが、熱フィードバックの効果を定量的に把握することができた。壁際または隅角部に設置された可燃物の燃焼性状を観察すると、上面の燃焼時には火炎が壁際に傾くため着火点から壁に向かう方向への火炎伝播速度の増加が見られる。また、側面のうち壁に近い部分において下方への燃え拡がり速度が2倍ほどに増加する傾向が見られた

ウレタンブロックの燃焼モデルに関しては、既往の研究に基づいて自由空間で上面中央に着火した場合の燃焼性状予測が可能となっているが、今回の知見を加えて熱フィードバックによる燃焼面の拡大速度と単位面積あたりの燃焼速度（発熱速度）の増加を定量化すれば、壁際での燃焼性状の予測が可能になると考えられる。そのためには壁面温度の測定結果の整理が必要になるので、引き続きデータ整理を行っている段階である。

一方で、離隔距離との関係については、熱のフィードバックだけでなく、可燃物と壁面との間の隙間への空気流入速度に依存して燃え拡がりや燃焼が制約される。区画火災と同様に、隙間部への空気流入速度で燃焼速度の上限を定める定式化が望ましい。そのため、追加実験を含めて隙間部の燃焼性状のモデル化に課題が残された。

## 5. 成果の公表状況（学会への発表、学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

実験結果の概要と考察を下記の研究集会への投稿を行った。

- 1) 池正熏、井戸和彦、原田和典、大宮喜文、野秋政希、「周壁からの熱フィードバックを考慮した立体可燃物の燃焼性状に関する研究」、日本火災学会研究発表会、2012年5月発表予定
- 2) 池正熏、井戸和彦、原田和典、大宮喜文、野秋政希、「周壁からの熱フィードバックを考慮した立体可燃物の燃焼性状に関する研究」、日本建築学会近畿支部研究発表会、2012年6月発表予定
- 3) 池正熏、井戸和彦、原田和典、大宮喜文、野秋政希、「周壁からの熱フィードバックを考慮した立体可燃物の燃焼性状に関する研究」、日本建築学会大会、2012年9月発表予定
- 4) Junghoon JI, Kazuhiko IDO, Kazunori HARADA, Yoshifumi OHMIYA, Masaaki NOAKI, “An Experimental Study on Fire Spread over Polyurethane Block Receiving Heat Feedback from Adjacent Walls”, 9th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, Oct., 2012 (submitted for review)

※上記5に記載された成果公表については、別刷1部を研究事務課まで提出願います。PDFファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は、本拠点の成果報告としてWeb等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて、研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果講評会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。（学内での報告に使用）