

コンテナ容器内等の可燃物の燃焼性状

飯田明彦，阿部伸之，鈴木 健，山田常圭，箭内英治，関沢 愛（消防研究所）
栗岡 均，佐藤博臣（鹿島技研）

Combustion Property of Materials in a Container Box and the others

Akihiko Iida*, Nobuyuki Abe*, Takeshi Suzuki*, Tokiyoshi Yamada*, Yanai Eiji*,
Ai Sekizawa*, Hitoshi Kurioka**, Hiroomi Satoh**

* National Research Institute of Fire and Disaster

** Kajima Technical Research Institute

1. はじめに

居室外からの種々の可燃物の設置状況による燃焼特性が、防火安全の視点から、どの程度の危険性があるのかが重要視されている。これまでに階段室火災における収納物火災性状について実験的研究^{(1),(2)}が行われてきたが、既報の実験で示したものは、実大模型の中で可燃物に微小火源を用いてまとめて燃焼させていたため、可燃物単体での燃焼性状について詳細は不明であった。

本編では既報で使用した可燃物をもとに、可燃性容器内に収納した時の燃焼性状の基礎データを収集する目的で実験が行われた。これは防火安全関連データベース構築の一環で行われたもので、燃焼速度の経時変化、継続時間等を求めるための基礎実験結果として以下のように報告する。

2. 試験体及び試験方法

表1に示すような可燃物を用いて実験を行い、コンテナ容器（ポリプロピレン製）の有無による燃焼性状の比較をした。

単室火災室内での火災性状や建築材料の燃焼挙動を調べるために利用されるルームコーナー試験装置（ISO-9705⁽³⁾）：内装材のための実大室試験：“Full-scale room tests for

surface products”)を使用した。酸素消費法により発熱速度を計測できる実験装置を図1に示す。

試験体は直径70cmのオイルパンの受け皿上に設置して、フード下の台の上で燃焼させた。重量減少を試験体下に設置した電子天秤で計測している（図2）。火源には直径5cmのオイルパンに入れたエタノールを助燃剤とし、可燃物側面に接炎するようにした。

酸素消費法による発熱量推定では、ISO-9705に基づき酸素単位流量あたりの発熱量として17200kJ/m³を用い、材料種毎の補正は行っていない。また、実験に際してメタノールのプール火災（直径70cm：重量減少からの推定発熱速度約30kW）の発熱量をもと

表1 試験体用可燃物一覧

	試験体	内容	数量	重量 (g)
1	ゴミ袋 (新聞紙)	東京都推奨ゴミ袋45ℓ (新聞紙1部を丸めて満たす)	1	190.1
2	ゴミ袋 (ペットボトル)	東京都推奨ゴミ袋45ℓ (空のペットボトルで満たす)	1	1624.3
3	コンテナ容器のフタ	ポリプロピレン製	1	440
4	段ボール箱		1	842.2
5	ビニールケース	大瓶20本用空ケース	1	2364.6
6	プラスチック製ゴミ箱	ポリエチレン製	1	1161.2
7	発泡スチロール板	ポリスチレン製	1	406.5
8	コンテナ容器 (ペットボトル)	ポリプロピレン製 収納物：ペットボトル 100個	1	2353.6
9	コンテナ容器(手拭い)	ポリプロピレン製 収納物：丸めた布製手拭い 100枚	1	3486.9
10	コンテナ容器(雑誌等)	ポリプロピレン製 収納物：・布製手拭い 20枚 ・ペットボトル 20個 ・雑誌類 10冊	1	4789

に較正を行った。一方、重量減少速度として5秒間隔の重量データの10秒間移動平均値を用い、発熱速度を求めた。実験は表1に示す試験体を各1回実施した。

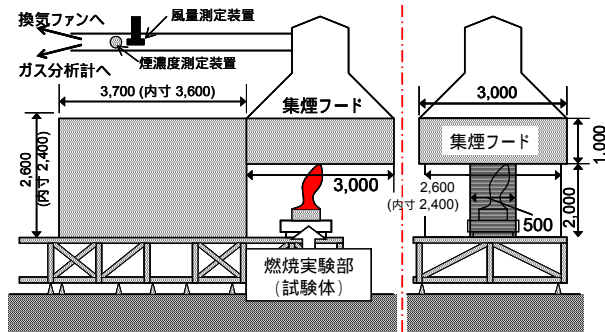


図1 ルームコーナー試験装置全体概要⁽⁴⁾

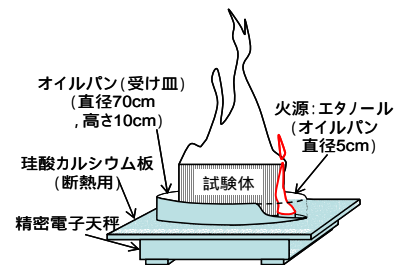


図2 収納可燃物の燃焼実験部概要⁽⁴⁾

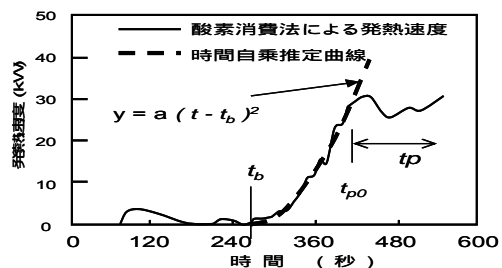


図3 時間自乗 (t^2) 火災モデルの模式図

3. 実験結果と考察

今回の実験について得られた結果に対し、Babrauskas (1988)⁽⁵⁾に示された初期火源モデルとして時間自乗 (t^2) モデル (図3) を適用し、表2にまとめた。しかし、ここで示した係数 (a) 及び火災成長期の始点となる (t_b) については材料収納状況によって異なり、時間自乗モデルで必ずしも表現できるとは限らない。したがって、ここでは単に各試験体についての試験結果として燃焼時の発熱速度の経時変化 (図4) について示す。

なお、酸素消費法による計測値は、排気風量、サンプリングの吸引流量の差によって重

量減少変化による推定値に比べ30秒から50秒程度時間遅れが生じるため、各実験の着火時間が同じになるように時間軸を補正したものである。

3.1 収容物単体の燃焼性状

段ボール箱 (図4a)

火源の接炎により、炭化が直上に進む。燃焼が段ボール上面に達すると、次第に上面での燃焼が激しくなる。上面全体で火炎が上がると急速に燃え下がり、内側全体から火炎が噴出してピーク (9分30秒後) となる。

ビールケース (図4b)

接炎と同時に溶融し、溶融物が蓄積される。溶融物からのプール火災による燃焼が次第に優勢となり、可燃物が完全に溶融 (8分後) した後に、再度火炎が強くなり、オイルパン全面からのプール火災 (ピーク, 10分後) になる。

発泡スチロール板 (図4c)

吊した板に点火直後、溶融しながらオイルパン上に落下物を蓄積する。溶融落下物がなくなるまで、オイルパン上の落下物からも燃焼が継続される。

プラスチック製ゴミ箱 (図4d)

弱い燃焼を伴いながら溶融する。内部に火炎が移ると、溶融が終わるまで強い燃焼を維持する。プール火災による燃焼によりピーク (12分後) に達する。燃焼パターンはビールケースと類似する。

コンテナ容器のフタ (図4e)

フタの中央が燃え抜けてから火炎が急激に拡大する。火炎の拡大に伴い、溶融・蓄積した可燃物による燃焼が顕著になる。完全に溶融した後 (10分後) 若干燃焼が強くなる。同じ成分のビールケースと比較し、重量が少ない場合のパターンとして考えられる。

3.2 ゴミ袋収納物の燃焼性状 (図4f)

ゴミ袋 + 新聞紙

接炎により、ゴミ袋が溶融すると同時に可燃物に着火して可燃物全体が燃焼する。その

ままピーク（1分後）となる。

ゴミ袋+ペットボトル

接炎部分からゴミ袋の燃焼・溶融が徐々に拡大し始める。内容物からの火炎が大きくなり、徐々にオイルパン底の溶融物として滞留した箇所からプール火災状の火炎が発生する。可燃物全てが溶融した後、ピーク（13分後）となる。

図 4f に示す通り、いずれの結果からもゴミ袋の燃焼に対する影響はほとんど認められなかった。

3.3 コンテナ容器内可燃物の燃焼性状 (図 4g)

収納可燃物の燃焼がいずれもコンテナ容器の燃焼状況により支配される。まず、コンテナ容器に着火し、その溶融物が蓄積されると火源側でプール火災になり火勢が拡大するが、この時点では内部の可燃物はそれほど燃焼しない。溶融が完了（7～10分）するとオイルパン全面でプール火災になり、ピーク（12～15分）となる。

個々のパターンは以下のようになる。

コンテナ容器+ポケットティッシュ

コンテナ容器が溶融して収納物が露出すると、燃焼が始まるが収納物の燃焼パターンは特に認められない。

コンテナ容器+手拭い

収納物が露出すると炭化し始める。完全にコンテナ容器の溶融が終了するとオイルパン底液面からの火炎が生じてピークになる。液面からの火炎が衰えても、収納物自体からも火炎が上がり（20分後）、第3の燃焼ピークに至る。

コンテナ容器+雑誌

コンテナ容器が溶融し、溶融物から火炎が立ち上がると、収納物の表面で炭化が始まる。オイルパン底の液面から火炎が生じると、可燃物同士の間隙からも火炎が上がり、コンテナ容器全体も溶融してピークになる。手拭い、ポケットティッシュと比べ、燃焼時間が短い。

これらの結果から、収納可燃物単体と比較

して、コンテナ容器に可燃物を収納した場合、燃焼が抑えられ、発熱速度が小さくなり、燃焼継続時間が長くなることが確認できる。

これらの燃焼パターンは、酸素の供給量が収納可燃物により酸素の供給量がプール火災に対して影響していることなど、収納可燃物の種類や状態に依存すると考えられる。

4. まとめ

結果として以下の所見が得られた。

ゴミ袋自体の燃焼が弱く、収納されたゴミの形状や設置状況によるところが大きく比較的発熱量が大きい。

収納可燃物をコンテナ容器に収納した場合、両者とも燃焼が抑制され、発熱速度が減少し、燃焼継続時間が長くなることが確認された。

収納可燃物の燃焼パターンはコンテナ容器の燃焼性状に左右されることが確認された。

本報告では単体可燃物の初期の燃焼性状の検討を試みたものである。なお、今回の実験は単体の燃焼であり、階段室のように燃焼物がある場合の外部加熱状況下での燃焼は異なったものになる。今後、複合燃焼に対するデータの集積を、小区画、竪穴空間、開放空間についても、より系統だった検討が必要である。

参考文献

- (1) 鈴木他：3層階段室における火災性状 階段室における火災性状に関する実験的研究（その1）、日本火災学会大会学術講演梗概集(2002)
- (2) 箭内他：5層階段室における火災性状 階段室における火災性状に関する実験的研究（その2）、日本火災学会大会学術講演梗概集(2002)
- (3) ISO, Fire Tests-Full-scale room tests for surface products, ISO-9705 (1993(E))
- (4) 山田他：防災加工繊維製品の実大スケールでの燃焼実験（その1：外部火源モデルに関する一考察）、日本火災学会大会学術講演概要集(1999)
- (5) Babrauskas V., Burning rates, the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 1st Ed. P.p2-1～2-15 (1988)

表2 各実験における発熱速度結果一覧

No	容器	可燃物	初期の時間自乗モデル			盛期火災の発熱量	
			a [$\times 10^{-4}$ kW/秒 ²]	t_b [秒]	(最小自乗を 求めた期間: [秒])	平均発熱量 [kW] (平均化した 期間 [秒])	最大値 [kW] (時間 [秒])
1	単体	段ボール箱	4.2	45.4	(450-580)	89.8 (560-630)	126.9 (575)
2		ビールケース	32.2	3.9	(125-385)	204.6 (575-735)	246.3 (672)
3		発泡スチロール板	7	1.3	(450-580)	28.3 (190-445)	47.1 (230)
4		プラスチック製ゴミ箱	1.3	41.3	(474-705)	62.4 (590-1100)	99.0 (690)
5		コンテナ容器のフタ	3.2	14.5	(185-215)	16.5 (111-220)	21.0 (680)
6	ゴミ袋	新聞紙	6.1	7	(45-70)	37.1 (60-100)	42.9 (70)
7		ペットボトル	1.3	25.3	(300-400)	69.6 (795-920)	82.6 (860)
8	コンテナ	ティッシュ	5	20.6	(240-440)	27.6 (405-1575)	44.8 (555)
9		手拭い	8	19.1	(280-425)	41.0 (385-1465)	61.6 (1275)
10		雑誌等	1.5	42.6	(480-635)	45.4 (565-1230)	58.4 (1120)

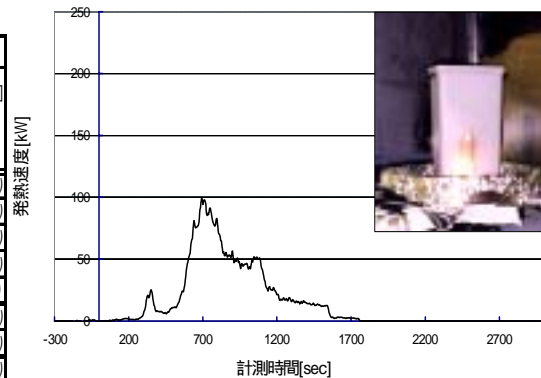


図4d プラスチック製ゴミ箱

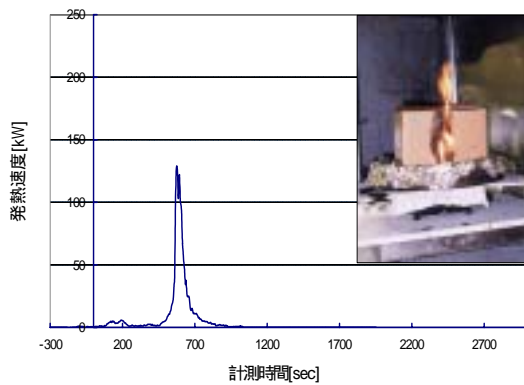


図4a 段ボール箱

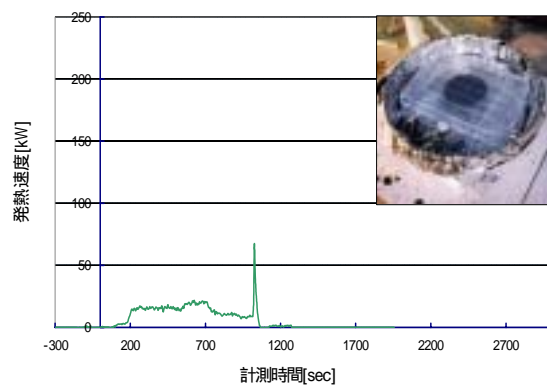


図4e コンテナ容器のフタ

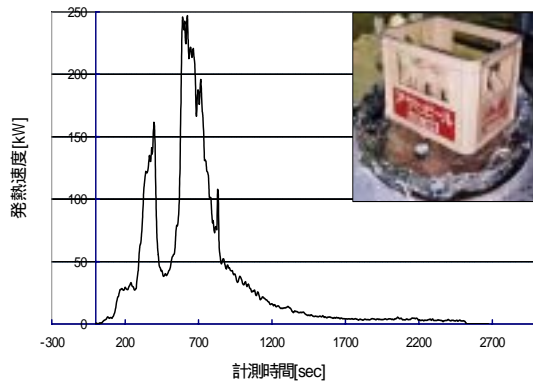


図4b ビールケース

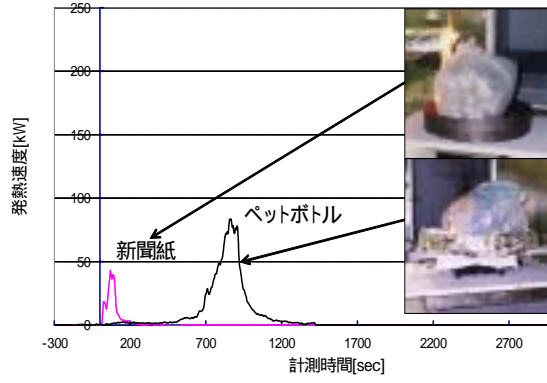


図4f ゴミ袋収納可燃物

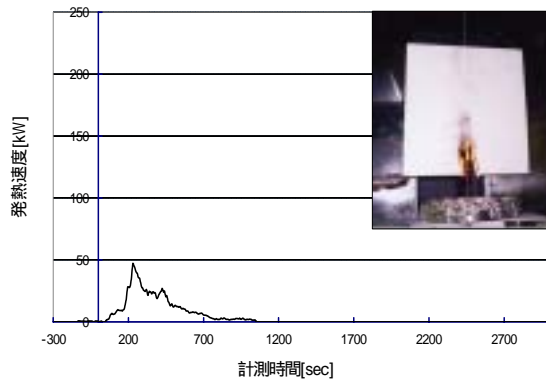


図4c 発泡スチロール板

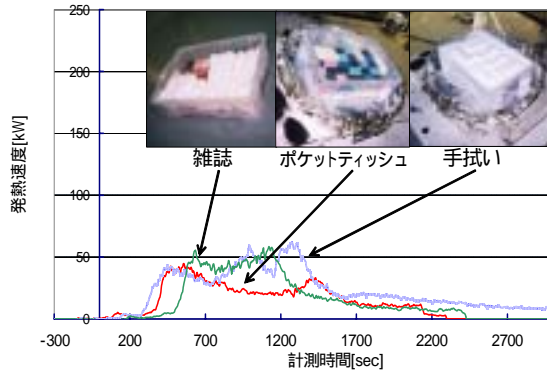


図4g コンテナ容器内収納可燃物