

## 可搬式消火器具の活用策等に関する研究

坂本 利行\*, 齋藤 仁\*, 渡邊 茂男\*, 篠原 雅幸\*,  
赤坂 浩\*, 鶴見 文雄\*\*, 篠塚 孝夫\*\*

### 概 要

本研究は、可搬式消火器具の放射性状及び消火性能に関する研究結果<sup>1)</sup>を踏まえ、可搬式消火器具に消火薬剤を使用した場合の消火効果を把握し、また他の放水器具等の消火能力と比較するため、屋外無風状態における消火実験、居室内における消火実験及び車両火災の消火実験を実施して、燃焼実体内の温度、操作者が受ける放射受熱量等を測定し、可搬式消火器具の活用策等について検討した。

これらの実験結果から、可搬式消火器具は次のような火災等に有効であると考えられる。

- (1) 車両火災のうち、乗用車、トラックなどの車内やエンジン部の火災
- (2) 燃焼実体が小規模であり、可搬式消火器具の放射による燃焼物の飛散が少ない火災
- (3) 建物火災では、極く初期時における収容物や壁体表面等の燃焼

また、可搬式消火器具の消火効果の向上策として、ハイパーウエットAを始めとするリン酸塩類系消火薬剤を使用することも効果的であると考えられる。

### 1 はじめに

平成7年1月17日、阪神・淡路大震災が発生し、同年に新消火システムを有する可搬式消火器具(インパルス)等が東京消防庁を始め消防局等に導入、配備された。

しかし、このような新放水器具の消火能力の把握は現在まで行われておらず、また従来から使用されている放水器具に関しては Fogガン、21型ノズル以外行われていないのが現状である。

そこで本研究は、可搬式消火器具の放射性状及び消火性能に関する研究結果を踏まえ、屋外無風状態における消火実験、居室内における消火実験、車両火災の消火実験を実施し、燃焼実体内の温度、操作者の放射受熱量等を測定して可搬式消火器具の対象物別の消火能力を把握するとともに、可搬式消火器具に消火薬剤を使用した場合の消火効果の把握や他の放水器具等の消火能力との比較を行い、可搬式消火器具の活用策等について検討した。

## 2 屋外無風状態における消火実験

### 2.1 目的

本実験は、消火器の技術上の規格を定める省令(昭和39年9月17日、自治省令第27号)に準じた消火実験を実施し、クリブ内温度や操作者の放射受熱量等を測定して、可搬式消火器具に水と消火薬剤を使用した場合の消火能力を比較し、また可搬式消火器具と他の放水器具等

の消火能力を比較することを目的としている。

### 2.2 実験

実験は、図1に示すフローに従って行った。

屋外無風状態を想定した大空間において、クリブ下15cmに設置したオイルパン(90cm(W)×90cm(D)×2.5cm(H))に入れた助燃剤であるガソリン0.5リットルに着火してから3分後にクリブから距離2mの位置から回り込むようにして放水器具等を用いて消火を試みた。この時の燃焼、消火状況等をデジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、赤外線映像装置2台、高速度ビデオ

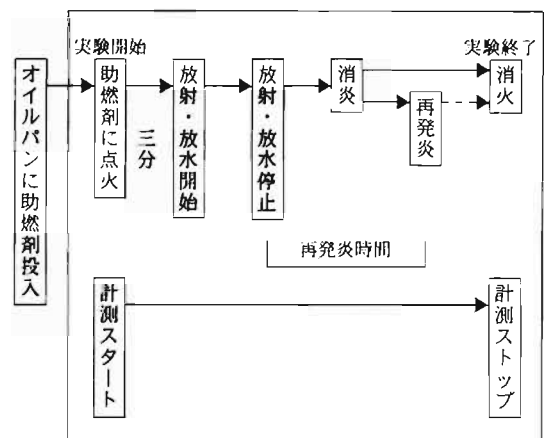


図1 実験フロー

\* 第一研究室 \*\* 第二研究室

オカメラで撮影するとともに、クリブ内及びその上面、その上空の温度変化や操作者及びクリブ周辺の放射受熱量を着火から2秒ごとに測定した。

その後、デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、赤外線映像装置から消火の可否、消炎までの時間及びその放水量、再発炎時間などを測定した。

#### (1) 実験場所

実験場所には、屋外無風状態を想定し、東京消防庁第二方面訓練場内訓練棟の3階層吹抜け空間(14m(W)×14.5m(D)×18m(H))を用いた。

#### (2) 実験要因と実験条件

実験要因は、表1に示したとおり、放水器具等、消火薬剤とした。各実験要因の内容は、同表のとおり、放水器具等としては可搬式消火器具、フォグガン、粉末消火器、強化液消火器の4種類とし、消火薬剤としては消火薬剤ナシ(水のみ)、可搬式消火器具専用薬剤のIFEXプラスⅠ及びⅡ、建物火災用のハイパーウエットA、東京消防庁保有のジェットフォームⅢ、一般火災用のフォスチェックの6種類とした。なお、消火薬剤は可搬式消火器具にのみ使用した。

実験条件は、表2に示したとおりである。

#### (3) 使用した材料、機器等

##### ア 火源

火源は、表3及び写真1に示すように、消火器の技術上の規格を定める省令(昭和39年9月17日、自治省令第27号)に定められた能力単位2のクリブであり、3cm(W)×3.5cm(H)×90cm(L)の杉材144本を26段に積み、その大きさは90cm(W)×90cm(D)×90cm(H)であった。このクリブの含水率は、平均で7.9%であった。

なお、助燃剤として、ガソリン0.5リットルを使用した。

##### イ 放水器具等

実験に使用した放水器具等の性能等は、表4に示すとおりである。

なお、可搬式消火器具は、全水量約12リットル、最適放射距離2mであり、フォグガンは、フォグ40度の時、毎分140リットルの放水量とした。

##### ウ 消火薬剤

可搬式消火器具に使用した消火薬剤は、表5に示すとおりである。

なお、本実験において、ハイパーウエットAは3%と8.3%、フォスチェックは0.5%で使用した。

#### (4) 測定項目と測定機器

測定項目は、表6に示すように、助燃剤にガソリンを使用してクリブを燃焼させ、放水器具等によって消火したときの消火の可否、クリブ内温度(5点)、クリブ上面温度(2点)、操作者及びクリブ周囲の放射受熱量などについて行うとともに、この時の燃焼、消火状況等を撮影した。

これらの測定には、表7に示した次の機器等を使用

表1 実験要因

実験要因	内 容
放水器具等	可搬式消火器具、フォグガン、粉末消火器、強化液消火器
消火薬剤	消火薬剤ナシ(水のみ)、IFEXプラスⅠ及びⅡ、ハイパーウエットA(3%、8.3%)、ジェットフォームⅢ、フォスチェック(0.5%)

表2 実験条件

No.	放水器具等	消火薬剤
101	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ(水のみ)
102	可搬式消火器具	IFEXプラスⅠ
103	可搬式消火器具	IFEXプラスⅡ
104	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(3%)
105	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(8.3%)
106	可搬式消火器具	ジェットフォームⅢ
107	可搬式消火器具	フォスチェック(0.5%)
111	フォグガン	消火薬剤ナシ(水のみ)
121	粉末消火器	-
122	強化液消火器	-

表3 火源

	内 容
クリブ	普通火災用能力単位：2 寸法：90cm(W)×90cm(D)×90cm(H) 杉材144本、26段積 杉材寸法： 3cm(W)×3.5cm(H)×90cm(L) 平均含水率：7.9%
助燃材	ガソリン0.5リットル



写真1 クリブ

表4 放水器具等

	仕 様
可搬式消火器具	主構成：水タンク+空気ポンプ+インパルズ銃 総重量：約30.5kg 保有水量：約12リットル(最大約1リットル/発) 反動力：約372N(1リットル放射時) 最適放射距離：2m
フォグガン	放水形状：フォグ40度 放水圧力：1.5MP 放水量：140リットル/分
粉末消火器	普通火災用能力単位：3 薬剤：リン酸アンモニウム系薬剤 薬剤重量：3.0kg
強化液消火器	普通火災用能力単位：1相当 薬剤：強化液消火薬剤 薬剤容量：3.0リットル

表5 消火薬剤

	仕 様
IFEXプラスⅠ	主成分：リン酸塩類 使用濃度：50%
IFEXプラスⅡ	主成分：複塩のアンモニウム塩 使用濃度：100%
ハイパーウエットA	主成分：リン酸塩類 使用濃度：3.0%以上
ジェットフォームⅢ	主成分：界面活性剤 使用濃度：3%
フォスチェック	主成分：界面活性剤 使用濃度：0.3~1.0%

し、これらの測定機器等は図2に示すとおり配置した。

##### ア 撮影機器等

消火の可否、消炎までの状況、再発炎時間等は、デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、高速度ビデオカメラ、赤外線映像装置を用いて測定した。

デジタルビデオカメラは、S社製の3CCDデジタルカメラシステムである。

SVHS-Cビデオカメラは、P社製のものである。

表 6 測定項目

測定項目
<ul style="list-style-type: none"> <li>消火の可否</li> <li>消炎までの状況</li> <li>再発炎時間</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>クリブ内温度                             <ul style="list-style-type: none"> <li>クリブ上面から深さ45cm面の中心付近の温度</li> <li>クリブ前面中心から内側10cm付近の温度</li> <li>クリブ後面中心から内側10cm付近の温度</li> <li>クリブ右側面中心から内側10cm付近の温度</li> <li>クリブ左側面中心から内側10cm付近の温度</li> </ul> </li> <li>クリブ上面の中心付近の温度</li> <li>クリブ上面から高さ90cm付近の温度</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>操作者の放射受熱量 (クリブ前面から距離2m、高さ100cmの放射受熱量)</li> <li>クリブ周囲の放射受熱量                             <ul style="list-style-type: none"> <li>クリブ右側面前隅部から距離4.8m、高さ1.3m付近の放射受熱量</li> <li>クリブ右側面後隅部から距離4.8m、高さ1.3m付近の放射受熱量</li> </ul> </li> </ul>

表 7 測定機器等

測定項目	測定機器等	仕様等
消火の可否 消炎までの状況 再発炎時間	デジタルビデオカメラ	S社製DCR-VX1000 3CCDデジタルカメラシステム
	SVHS-Cビデオカメラ	P社製NV-M90
	赤外線映像装置	[前面側] A社製TVS2000MK II 測定レンジ：0～950℃ 精度：±3.8℃ 放射率：1.00 インターバル：1秒 [後面側] A社製TVS2100ST 測定レンジ：150～950℃ 精度：±3.8℃ 放射率：1.00 インターバル：ナシ
温度	高速ビデオカメラ	C社製エクスタロHGイメージャーモデル2000 シャッタースピード：1/1000
放射受熱量	K熱電対 (ステンレス管保護)	JIS C 1602 熱電対 規格品 素線径：0.65mm 許容差：±3.4℃ ステンレス管(外径：20mm、肉厚：1mm)
放射受熱量	熱流束計	[操作者] M社製 最大放射受熱量：2W/cm <sup>2</sup> [クリブ周囲] M社製 最大放射受熱量：5W/cm <sup>2</sup>
データ収録器	データロガー	T社製TDS-601A インターバル：2秒

高速ビデオカメラは、C社製であり、シャッタースピードを1/1000に設定した。

赤外線映像装置はA社製のTVS2000MK II及びTVS2000を使用した。TVS2000MK IIは、測定レンジ0～950℃、放射率1.00、インターバル1秒に設定し、またTVS2000は、測定レンジ150～950℃、放射率1.00、インターバルナシに設定した。

イ データ収録器

データロガーは、T社製TDS-601Aであり、インターバルを2秒に設定してデータを収録した。

ウ 温度測定機器

温度は、K型熱電対(JIS C 1602規格品、素線径：0.65mm)をステンレス管(外径：20mm、肉厚1mm)で熱保護して測定した。なお、その測定位置は、図3に示したとおりである。

エ 放射受熱量測定器

放射受熱量の測定には、熱流束計(M社製、最大放射

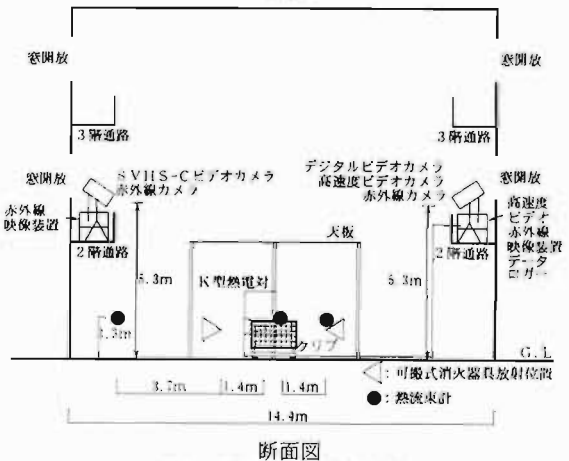
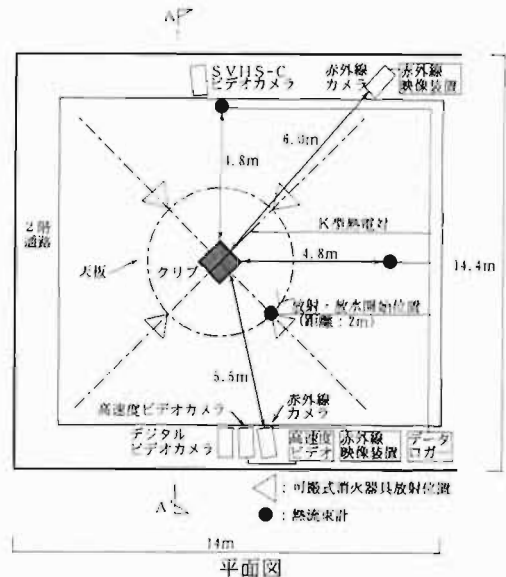


図 2 測定機器等の配置

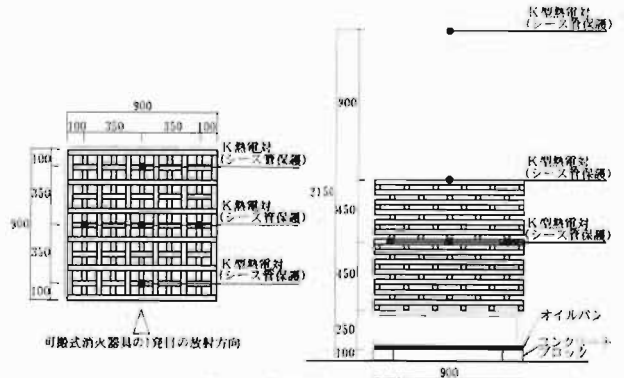


図 3 温度測定位置

受熱量 2W/cm<sup>2</sup>、5W/cm<sup>2</sup>)を用いた。

2.3 実験結果

各実験条件の測定項目ごとの測定値を表8に示した。なお測定は、可搬式消火器具については温度及び放射受熱量の変化の激しかった5分間を対象とし、他の消火器具等については再発炎又は消火が確認できた時点で終了した。

(1) 各種消火薬剤を用いた可搬式消火器具の消火能力

表 8 実験結果

No.	放水器具等	消火薬剤	消火の可否	消炎時間 (分:秒)	消炎使用水量 (リットル)	放射等終了時間 (分:秒)	全使用水量 (リットル)	再発炎時間 (分:秒)	放射・放水開始時				
									温度(℃)			放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )	
									クリブ内	クリブ上面	クリブ上空	放水位置	4.8m付近
101	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ(水のみ)	否	0:20	4	1:04	12	2:41	970.4	758.5	808.4	0.56	0.12
102	可搬式消火器具	IFEXプラスI	可	0:33	6	0:52	12	—	987.0	819.2	755.5	0.58	0.11
103	可搬式消火器具	IFEXプラスII	可	0:27	5	1:06	12	—	1006.8	846.4	784.7	0.57	0.12
104	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(3%)	可	0:36	6	1:09	12	—	1002.6	854.2	782.2	0.54	0.12
105	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(8.3%)	可	0:38	7	0:57	12	—	986.7	830.3	750.9	0.56	0.12
106	可搬式消火器具	ジェットフォームIII	否	—	—	2:23	12	—	997.2	851.0	786.0	0.56	0.12
107	可搬式消火器具	フォスチェック	否	1:02	11	1:24	12	1:55	976.1	832.1	781.2	0.55	0.12
111	フォグガン	消火薬剤ナシ(水のみ)	可	0:10	23.3	0:20	46.7	—	956.3	769.5	756.1	0.47	0.12
121	粉末消火器	—	可	0:09	1.4(kg)	0:20	3(kg)	—	986.7	767.0	774.7	0.51	0.10
122	強化液消火器	—	否	0:28	3.3	0:51	6	1:11	993.7	809.6	762.6	0.50	0.10

No.	放射・放水1分後					放射・放水2分後					放射・放水5分後				
	温度(℃)			放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )		温度(℃)			放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )		温度(℃)			放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )	
	クリブ内	クリブ上面	クリブ上空	放水位置	4.8m付近	クリブ内	クリブ上面	クリブ上空	放水位置	4.8m付近	クリブ内	クリブ上面	クリブ上空	放水位置	4.8m付近
101	444.3	446.7	322.6	0.01	0.00	335.9	329.5	228.8	0.02	0.00	967.5	870.4	614.7	0.56	0.11
102	376.8	381.3	354.9	0.00	0.00	263.5	292.4	285.9	0.00	0.00	110.9	102.7	108.2	0.00	0.00
103	459.0	443.3	363.6	0.00	0.00	300.8	270.0	258.7	0.00	0.00	126.4	96.0	96.0	0.00	0.00
104	432.7	430.0	370.1	0.00	0.00	303.9	267.4	237.1	0.00	0.00	153.1	98.2	100.2	0.00	0.00
105	407.2	369.2	354.8	0.00	0.00	255.0	276.4	264.0	0.00	0.00	118.2	109.2	109.0	0.00	0.00
106	661.7	596.0	486.7	0.05	0.01	445.3	341.3	285.9	0.03	0.00	593.1	495.6	303.6	0.15	0.02
107	523.2	458.9	389.4	0.02	0.00	336.1	312.8	242.6	0.02	0.00	635.4	597.0	392.2	0.23	0.04
111	438.1	318.8	397.3	0.02	0.01	435.9	90.3	301.4	0.00	0.01	—	—	—	—	—
121	246.1	421.6	390.8	0.00	0.00	134.1	273.0	232.2	0.00	0.00	—	—	—	—	—
122	506.8	509.1	427.5	0.03	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：消火の可否は、放射・放水終了から5分以内に再発炎しなかった場合を「可」とし、消炎しなかった場合及び放射・放水終了から5分以内に再発炎した場合を「否」とした。

ア 消火の可否、消炎、再発炎等の状況

消火薬剤としてIFEXプラスI及びII、ハイパーウエットA(3.0%、8.3%)を用いた場合は、放射開始から30秒前後(6発前後)で消炎でき、その後再発炎せず消火できた。しかし、消火薬剤を入れなかった場合とフォスチェックを用いた場合は、それぞれ放射開始から20秒後(4発後)、1分2秒後(11発後)に消炎できたが、放射開始から2分41秒後、1分55秒後にそれぞれ再発炎し消火できなかった。またジェットフォームIIIは、銃への充水時に発泡して、放射回数が20回以上となったが1回あたりの放射量が半減したため、消炎、消火できなかった。

イ クリブ内温度

クリブ内温度は、クリブの燃焼状況、消火効果が総合的に判断できるクリブ内5点の温度の平均値とし、その測定結果は表8および図4に示したとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には444.3℃、2分後には335.9℃まで低下したが、放射開始2分41秒後に再発炎して再び上昇し、5分後には放射開始時とほぼ同じ967.5℃となった。IFEXプラスIは、放射開始1分後には376.8℃、2分後には263.5℃まで低下し、5分後には7種類のうち最も低く110.9℃であった。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始1分後には407.2℃、2分後には255.0℃まで低下し、5分後にはIFEXプラスIの次に低く118.2℃となった。フォスチェックは、放射開始1分後には523.2℃まで低下し後、1分55秒後に再発炎し2分後には336.1℃となり、その後徐々に上昇していき5分後には消火薬剤ナシの次に高く635.4℃となった。なお、図4で省略したIFEXプラスIIはIFEXプラスIと、ハイパーウエットA(3.0%)はハイパーウエットA(8.3%)と、ジェットフォームIIIはフォス

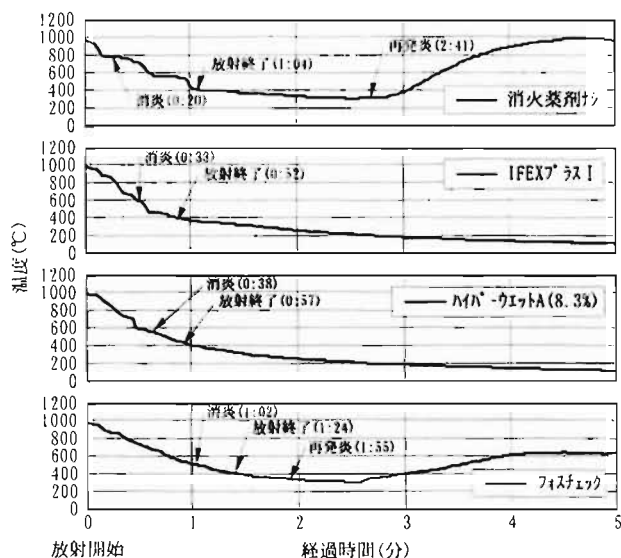


図4 クリブ内の温度変化(消火薬剤別)

スIの次に低く118.2℃となった。フォスチェックは、放射開始1分後には523.2℃まで低下し後、1分55秒後に再発炎し2分後には336.1℃となり、その後徐々に上昇していき5分後には消火薬剤ナシの次に高く635.4℃となった。なお、図4で省略したIFEXプラスIIはIFEXプラスIと、ハイパーウエットA(3.0%)はハイパーウエットA(8.3%)と、ジェットフォームIIIはフォス

チェックとそれぞれほぼ同様の傾向を示した。

### ウ 放射位置における放射受熱量

放射位置(クリブから 2m)における放射受熱量の測定結果は、表 8 および図 5 に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始とともに低下し、放射開始 54 秒後にほぼ 0W/cm<sup>2</sup> になったが、その後徐々に上昇していき、放射開始 2 分 41 秒後の再発炎を期に急激に上昇し 5 分後には 0.56W/cm<sup>2</sup> と最も高く、放射開始時の放射受熱量に戻った。I F E X プラス I は、放射開始とともに最も急激に低下し、ほぼ 0W/cm<sup>2</sup> になったのが放射開始 22 秒後と最も早く、その後再上昇はみられなかった。ハイパーウエット A (8.3%) は、放射開始とともに低下し、放射開始 28 秒後にはほぼ 0W/cm<sup>2</sup> になり、I F E X プラス I と同様にその後再上昇することはなかった。フォスチェックは、放射開始とともに低下したが終始 0W/cm<sup>2</sup> にならず、放射開始 1 分 55 秒後の再発炎を期に上昇し 5 分後には 0.23W/cm<sup>2</sup> と消火薬剤ナシの次に高かった。なお、前アと同様に、図 5 で省略した I F E X プラス II は I F E X プラス I と、ハイパーウエット A (3.0%) はハイパーウエット A (8.3%) と、ジェットフォーム III はフォスチェックとそれぞれほぼ同様の傾向を示した。

### (2) 可搬式消火器具と他の放水器具等の消火能力の比較

#### ア 消火の可否、消炎、再発炎等の状況

可搬式消火器具は、1 分 5 秒間で水 12 リットルを放射して、放射開始 20 秒後(4 発後)に消炎できたが 2 分 41 秒後に再発炎し、消火できなかった。フォグガンは、20 秒間(46.7 リットル)放水して、放水開始 10 秒後に消炎し、その後再発炎せず消火できた。粉末消火器 1 本では、フォグガンとほぼ同時期の放射開始 9 秒後に消炎し、その後再発炎せず消火できた。また強化液消火器を 2 本使用した場合は、放射開始 28 秒後に消炎できたが、1 分 11 秒後再発炎し消火できなかった。

#### イ クリブ内温度

クリブ内温度の測定結果は、表 8 および図 6 に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始 1 分後には 444.3℃、2 分後には 335.9℃まで低下したが、放射開始 2 分 41 秒後に再発炎し、これを期に再び上昇し 5 分後には 967.5℃となった。フォグガンは、放水開始 1 分後には 438.1℃と可搬式消火器具とほぼ同じ温度まで低下し、その後あまり温度低下はみられず、2 分以降に再び低下した。粉末消火器は、放射開始 1 分後には 246.1℃と最も低下し、2 分後には 134.1℃となった。強化液消火器は、放射開始 1 分後には 506.8℃と最も高く、その後温度は上昇し 1 分 11 秒後に再発炎した。

#### ウ 放射位置における放射受熱量

放射位置における放射受熱量の測定結果は、表 8 および図 7 に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始とともに低下し、放射開始 54 秒後にほぼ 0W/cm<sup>2</sup> になったが、その後徐々に上昇していき、放射開始 2 分 41 秒後の再発炎を期に急激に上昇し 5 分後には 0.56W/cm<sup>2</sup>

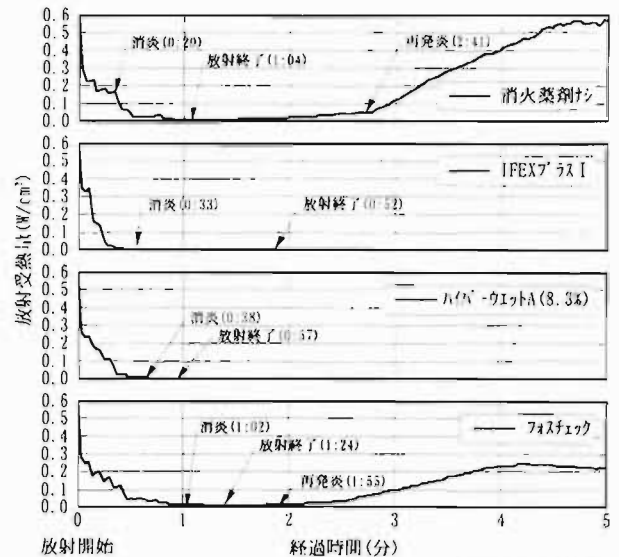


図 5 操作位置における放射受熱量の変化(消火薬剤別)

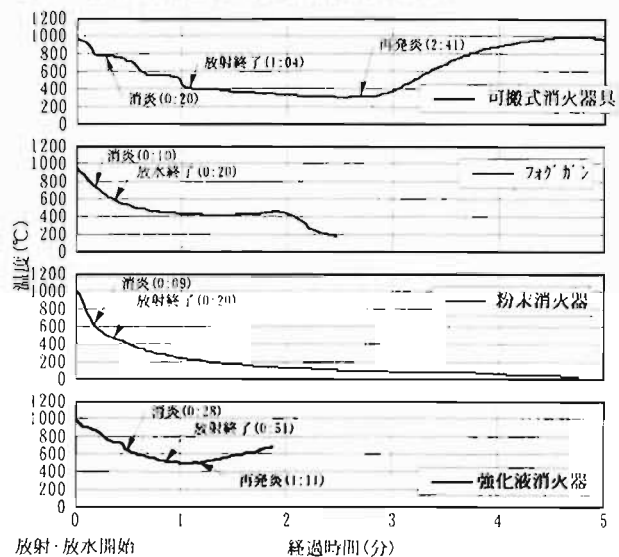


図 6 クリブ内の温度変化(消火器具別)

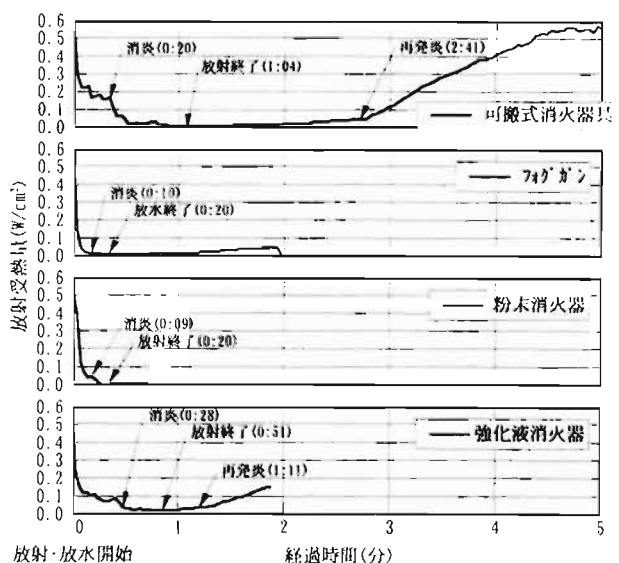


図 7 操作位置における放射受熱量の変化(消火器具別)

と最も高く放射開始時の放射受熱量に戻った。フォグガンは、放水開始とともに急激に低下し、放水開始 10 秒後に最も早くほぼ 0W/cm<sup>2</sup> となり、その後 1 分 56 秒まで若干上昇したが、2 分以降は終始 0W/cm<sup>2</sup> であった。粉末消火器は、フォグガンと同様に放水開始とともに急激に低下し、放水開始 14 秒後にほぼ 0W/cm<sup>2</sup> になり、そのまま再上昇しなかった。強化液消火器は、放射開始とともに低下したが、終始 0W/cm<sup>2</sup> にならず、放射終了後の 1 分 8 秒後から再び上昇し 1 分 11 秒後に再発炎した。

## 2.4 まとめ

これらの結果について、要約すると次のとおりである。

(1) 各種消火薬剤を用いた可搬式消火器具の消火能力  
 ア 2 単位クリブを消火可能であった消火薬剤は、I F E X プラス I 及び II 並びにハイパーウエット A (3%、8.3%) の 4 種類であった。消火不可能であった消火薬剤は、ジェットフォーム III 及びフォスチェックの 2 種類であり、ジェットフォーム III にあっては消炎することもできなかった。なお、この結果は、ハイパーウエット A (3%) 以外については、消火薬剤のろ紙に対する燃焼抑制効果をみるために実施した「45 度法燃焼性試験結果」(表 9) と同様な傾向を示していた。

イ 放射開始 5 分後のクリブ内温度は、消火可能であった消火薬剤が 110℃～150℃前後と低かった。消火不可能であった消火薬剤は、これに対して 590℃～640℃前後と非常に高かったが、消火薬剤を使用しない場合の約 970℃より低かった。

ウ 放射開始 5 分後の放射位置における放射受熱量は、消火可能であった消火薬剤がすべて 0W/cm<sup>2</sup> であった。消火不可能であった消火薬剤は、これに対して 0.2W/cm<sup>2</sup> 前後と高かったが、消火薬剤を使用しない場合の約 0.6W/cm<sup>2</sup> より低かった。

(2) 可搬式消火器具と他の放水器具等の消火能力の比較  
 ア 可搬式消火器具及び強化液消火器は、2 単位クリブを消火できなかった。またフォグガン(放水量 46.7 リットル)及び粉末消火器は、2 単位クリブを消火することができた。

イ 放射開始 1 分後のクリブ内温度は、粉末消火器が最も低く 246.1℃であり、可搬式消火器具及びフォグガンがほぼ同値の 444.3℃、438.1℃であり、強化液消火器が 506.8℃と最も高かった。

ウ 放射開始 1 分後の放射位置における放射受熱量は、粉末消火器が 0W/cm<sup>2</sup> であり、可搬式消火器具が 0.01W/cm<sup>2</sup>、フォグガンが 0.02 W/cm<sup>2</sup>、強化液消火器が 0.03 W/cm<sup>2</sup> とほぼ同値であった。

以上のことから、燃焼している 2 単位クリブを消火するために可搬式消火器具に用いる消火薬剤として適しているものは、I F E X プラス I、I F E X プラス II、ハイパーウエット A などのリン酸塩系や複塩のアンモニア塩系であり、適さない消火薬剤は、ジェットフォーム III、フォスチェックなどの界面活性剤系であった。

表 9 45 度法燃焼性試験結果

消火薬剤	濃度 (%)	着炎 (秒)	残炎 (秒)	残じん (秒)	炭化面積 (cm <sup>2</sup> )	燃焼性
I F E X プラス I	50.0	—	—	—	16.9	無
I F E X プラス II	100.0	—	—	—	13.1	無
ハイパーウエット A	3.0	1.6	∞	—	25.2	有
	8.3	—	—	—	—	無
ジェットフォーム III	3.0	2.0	∞	—	—	有
フォスチェック	0.5	1.6	∞	—	36.8	有

表 10 実験要因

実験要因	内 容
放水器具等	可搬式消火器具、フォグガン
消火薬剤	消火薬剤ナシ(水のみ)、ハイパーウエット A (8.3%)

表 11 実験条件

No.	放水器具等	消火薬剤
201	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ(水のみ)
202	可搬式消火器具	ハイパーウエット A (8.3%)
211	フォグガン	消火薬剤ナシ(水のみ)

また、燃焼している 2 単位クリブに対する可搬式消火器具の消火能力は、フォグガンで 20 秒間(67.7 リットル)放水する場合や粉末消火器より劣るが強化液消火器 2 本より優れていた。

## 3 居室内における消火実験

### 3.1 目的

本実験は、建物居室内火災を想定した空間内で可搬式消火器具やフォグガンによるクリブを用いた消火実験を実施し、クリブ内温度や放射受熱量及びガス濃度等を測定して、可搬式消火器具の居室内における消火能力を把握するとともに消火薬剤を使用した場合の消火能力を比較し、また可搬式消火器具と他の放水器具等の消火能力を比較することを目的としている。

### 3.2 実験

実験は、前 2 の屋外無風状態における消火実験と同様に図 1 に示すフローに従って行った。

建物居室内火災を想定した空間において、助燃剤にガソリンを使用してクリブを燃焼させ、居室入り口から放水器具等によって消火を試みた時の居室内の温度、O<sub>2</sub> 濃度、CO 濃度、CO<sub>2</sub> 濃度や操作者の位置及び居室内の壁の放射受熱量などを測定するとともに、この時の燃焼、消火状況等をデジタルビデオカメラ 2 台、赤外線映像装置、高速度ビデオカメラで撮影した。

その後、前 2 の屋外無風状態における消火実験と同様に、デジタルビデオカメラ、赤外線映像装置から消火の可否、消炎までの時間及びその放水量、再発炎時間などを測定した。

#### (1) 実験場所

実験場所には、東京消防庁消防科学研究所総合実験室内に設置した燃焼室を用いた。

#### (2) 実験要因と実験条件

実験要因は、表 10 に示したとおり、放水器具等、消火薬剤とした。各実験要因の内容は、同表のとおり、放

水器具等としては可搬式消火器具、フォグガンの2種類とし、消火薬剤としては消火薬剤ナシ(水のみ)、前2で効果が認められた建物火災用のハイパーウエットA(8.3%)の2種類とした。なお、消火薬剤は可搬式消火器具にのみ使用した。

実験条件は、表11に示したとおりである。

(3) 使用した材料、機器等

ア 燃焼室

燃焼室には、建物居室を想定して、幅3.6m、奥行3.6m、高さ2.85m(天井高2.0m)のプレハブ住宅を用いた。内部は、天井面をステンレス板(厚さ:0.5mm)とケイ酸カルシウム板(厚さ:12mm)で、壁をALC板(厚さ:約40mm)とステンレス板(厚さ:0.5mm)で、床を一部ALC板(厚さ:約40mm)でそれぞれ熱保護した。

イ 火源

火源は、表12に示すように、消火器具の技術上の規格を定める省令(昭和39年9月17日、自治省令第27号)に準じた能力単位1.5単位相当のクリブであり、3cm(W)×3.5cm(H)×83cm(L)の杉材115本を23段に積み、その大きさは83cm(W)×83cm(D)×83cm(H)であった。このクリブの含水率は、平均で10.3%であった。

なお、助燃剤として、ガソリン0.5リットルを使用した。

ウ 放水器具等

実験に使用した可搬式消火器具及びフォグガンの性能等は、表4及び前2.1(3)イの放水器具等に示すとおりである。

エ 消火薬剤

可搬式消火器具に使用したハイパーウエットA(8.3%)は、表5及び前2.1(3)ウの消火薬剤に示すとおりである。

(4) 測定項目と測定機器

測定は、表13に示すように、助燃剤にガソリンを使用してクリブを燃焼させ、放水器具等によって消火したときのクリブ内温度、クリブ上面温度(2点)、居室内温度(9点)、入口温度(3点)、居室内の燃焼生成ガス等(O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>)の濃度、操作者及び居室内壁の放射受熱量などについて行うとともに、この時の燃焼、消火状況等を撮影した。

測定には、表14及び表15に示した次の機器等を使用し、これらの測定機器等は図8に示すとおり配置した。

ア 撮影機器等

消火の可否、消炎までの状況、再発炎時間等は、デジタルビデオカメラ、高速度ビデオカメラ、赤外線映像装置を用いて測定した。

デジタルビデオカメラ2台及び高速度ビデオカメラは、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したものと同様である。

また赤外線映像装置は、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したA社製TVS2000MKⅡである。

表12 火源

内 容	
クリブ	普通火災用能力単位：1.5単位相当 寸法：83cm(W)×83cm(D)×83cm(H) 杉材115本、23段積 杉材寸法：3cm(W)×3.5cm(H)×83cm(L) 平均含水率：10.3%
助燃材	ガソリン0.5リットル

表13 測定項目

測 定 項 目	
・ 消火の可否	
・ 消炎までの状況	
・ 再発炎時間	
・ クリブ内温度	(クリブ上面から深さ38cm面の中心付近)
・ クリブ上面温度	(クリブ上面中心から高さ7cm付近及び77cm付近)
・ 居室内温度	
・ 居室中央付近の温度	(入口から1.45m、左壁から1.14m、床から高さ0.3m、1.35m、1.9mの3点)
・ 居室右手間付近の温度	(入口から0.55m、右壁から0.48m、床から高さ0.3m、1.35m、1.9mの3点)
・ 居室左奥付近の温度	(奥壁から0.41m、左壁から0.59m、床から高さ0.3m、1.35m、1.9mの3点)
・ 入口温度	(床から高さ0.3m、0.8m、1.7mの3点)
・ 操作者の放射受熱量	(クリブ前面から距離約2.8m、高さ125cm)
・ 燃焼室内壁の放射受熱量	(クリブ左側面から距離約2.4mの燃焼室内壁の放射受熱量)
・ 燃焼ガス等(O <sub>2</sub> 、CO、CO <sub>2</sub> )の発生量	(入口から1.45m、左壁から1.14m、床から高さ1.3m、1.9mの2点)

表14 測定機器等

測定項目	測定機器等	仕様等
消火の可否 消炎までの状況 再発炎時間	デジタルビデオカメラ	S社製DCR-VX1000 3CCDデジタルカメラシステム
	デジタルビデオカメラ	S社製DCR-TRV9
	赤外線映像装置	A社製TVS2000MKⅡ 測定レンジ：0～950℃ 精度：±3.8℃ 放射率：1.00 インターバル：1秒
	高速度ビデオカメラ	C社製エクスDHGイメージャーHD2000 シャッタースピード：1/1000
クリブ内温度 クリブ上面温度	シース型K熱電対 (ステンレス管保護)	JIS C 1602 熱電対 規格品 素線径：0.65mm 許容差：±3.4℃ ステンレス管(外径：20mm、肉厚：1mm)
居室内温度 入口温度	K熱電対 (鉄管保護)	JIS C 1605 シース熱電対 規格品 シース外径：1.6mm 素線径：0.3mm 許容差：±4.9℃ 鉄管(外径：50mm、肉厚：2mm)
放射受熱量	熱流束計	[操作者] M社製 最大放射受熱量：2W/cm <sup>2</sup> [左壁] M社製 最大放射受熱量：5W/cm <sup>2</sup>
データ収録器	データロガー	T社製TDS-601A インターバル：3秒

イ データ収録器

データロガーは、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したT社製TDS-601Aであり、インターバルを3秒に設定してデータを収録した。

ウ 温度測定機器

クリブ内温度及びクリブ上面温度は、シース型K熱電対(JIS C 1605 規格品、シース外径：1.6mm、素線径：0.3mm)をステンレス管(外径：20mm、肉厚：1mm)で熱保護して測定した。

居室内温度及び入口温度は、K熱電対(JIS C 1602

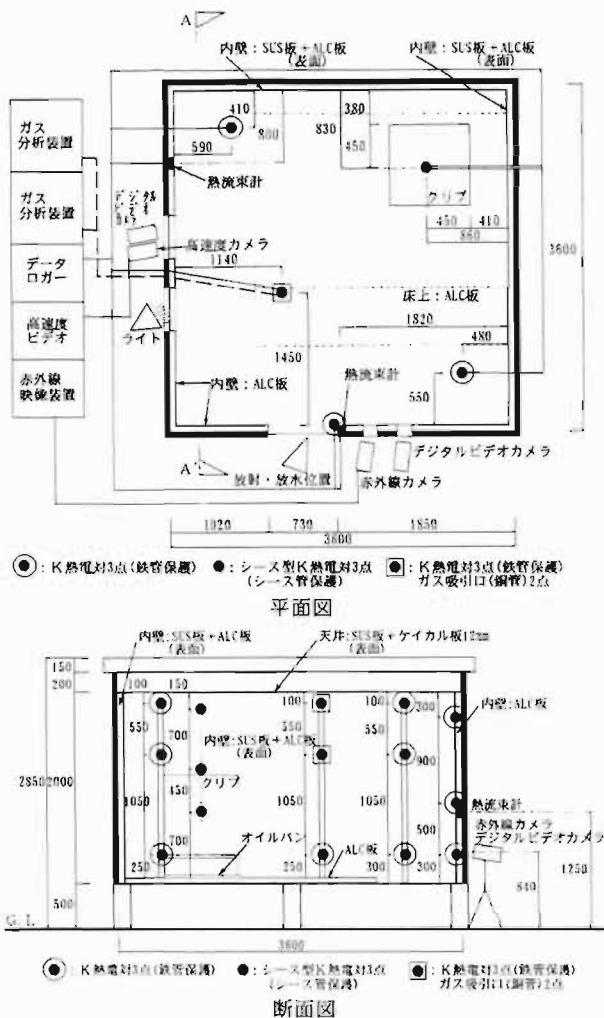


図8 測定機器等の配置

規格品、素線径：0.65mm)を鉄管(外径：50mm、肉厚：2mm)を熱保護して測定した。

### エ 放射受熱量測定器

放射受熱量の測定には、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したものと同様である。

### オ ガス分析機器

O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>の測定には、表15に示したH社製 COPA-2000及びM社製 OXYGEN METER、F社製 Infrared Gas Analyzerを使用した。H社製 COPA-2000のO<sub>2</sub>の検知方式は磁気圧力式酸素計であり、CO及びCO<sub>2</sub>はクロスモデュレーション式非分散型赤外線分析計であった。

### 3.3 実験結果

各実験条件の測定項目ごとの測定値を表16に示した。

(1) 各種消火薬剤を用いた可搬式消火器具の消火能力  
ア 消火の可否、消炎、再発炎等の状況

ハイパーウェットA(8.3%)は、放射開始から11秒後(3発)に消炎し、その後5分間では再炎せず消火できた。しかし消火薬剤ナシは、放射開始から22秒後(5発)で消炎できたが、放射開始から1分17秒後に再発炎し消火できなかった。

イ 室内中央温度

表15 ガス分析機器

	分析対象ガス	検知方式
	II社製 COPA-2000	O <sub>2</sub> (酸素) CO(一酸化炭素) CO <sub>2</sub> (二酸化炭素)
M社製 OXYGEN METER	O <sub>2</sub> (酸素)	--
F社製 Infrared Gas Analyzer	CO(一酸化炭素) CO <sub>2</sub> (二酸化炭素)	-- --

表16 実験結果

No.	放水器具等	消火薬剤	消火の可否	消炎時間 (分:秒)	消炎使用水量 (リットル)	放射等終了時間 (分:秒)	全使用水量 (リットル)	再発炎時間 (分:秒)
201	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ(水のみ)	否	0:22	5	0:38	12	1:17
202	可搬式消火器具	ハイパーウェットA(8.3%)	可	0:11	3	0:50	12	6:06
211	フォグガン	消火薬剤ナシ(水のみ)	否	0:20	46.7	0:20	46.7	2:05

放射・放水開始時

温度 (°C)			ガス濃度 (%)			放射受熱量 (W/cm <sup>2</sup> )				
ケリブ			室内(中央)			放水				
上空	上面	中央	上	中	下	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	位置	左方
752.7	848.4	1040.3	572.3	361.5	196.9	13.0	1.0	8.5	0.53	0.26
768.7	897.1	1049.8	534.4	355.8	186.9	16.4	0.8	1.4	0.43	0.17
749.8	837.9	1013.4	612.6	420.4	229.7	13.3	1.3	8.5	0.55	0.25

放射・放水1分後

温度 (°C)			ガス濃度 (%)			放射受熱量 (W/cm <sup>2</sup> )				
ケリブ			室内(中央)			室内(中央)		放水		
上空	上面	中央	上	中	F	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	位置	左方
404.9	317.8	266.8	350.9	235.3	131.6	19.9	0.4	1.3	0.56	0.04
376.9	278.7	361.8	213.0	219.9	125.1	20.0	0.4	1.3	0.05	0.04
327.1	82.0	428.2	368.4	199.2	118.2	20.3	0.3	1.1	0.04	0.03

放射・放水2分後

温度 (°C)			ガス濃度 (%)			放射受熱量 (W/cm <sup>2</sup> )				
ケリブ			室内(中央)			室内(中央)		放水		
上空	上面	中央	上	中	F	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	位置	左方
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
283.8	202.4	213.9	276.8	181.3	101.0	21.0	0.1	0.2	0.04	0.03
277.3	82.3	460.4	302.3	167.6	107.2	21.0	0.1	0.2	0.03	0.03

放射・放水3分後

温度 (°C)			ガス濃度 (%)			放射受熱量 (W/cm <sup>2</sup> )				
ケリブ			室内(中央)			室内(中央)		放水		
上空	上面	中央	上	中	F	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	位置	左方
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184.0	120.8	119.7	209.0	132.0	70.8	21.0	0.1	0.1	0.01	0.02
58.3	31.5	112.6	178.1	109.6	64.4	20.2	0.8	1.5	0.01	0.01

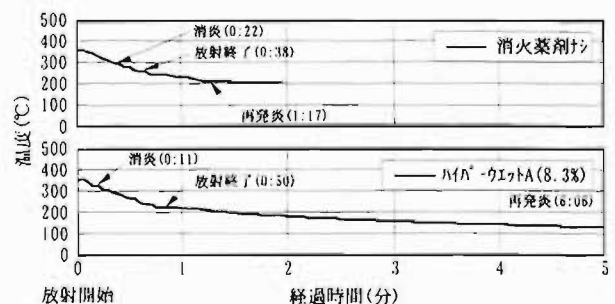


図9 室内中央温度の変化(消火薬剤別)

室内中央温度の測定結果は、表16および図9に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には



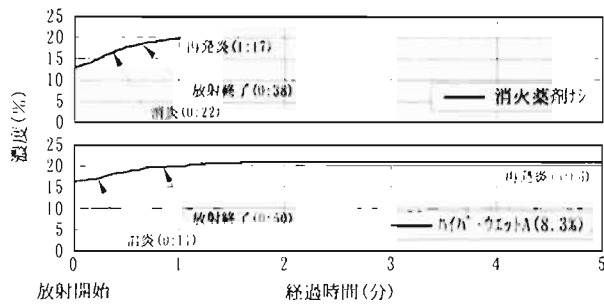


図 10 O<sub>2</sub>濃度の変化(消火薬剤別)

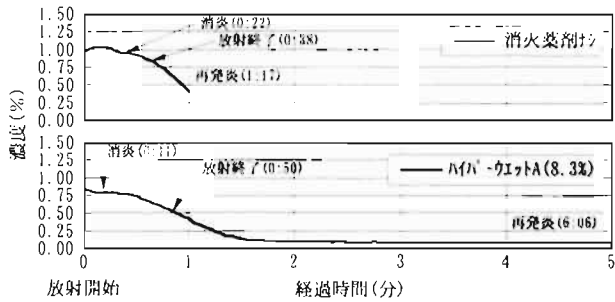


図 11 CO濃度の変化(消火薬剤別)

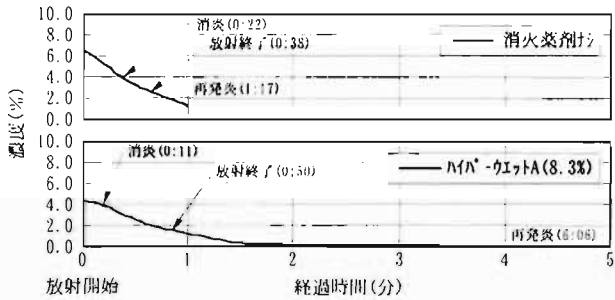


図 12 CO<sub>2</sub>濃度の変化(消火薬剤別)

235.3℃まで低下したが、その後再発炎したので他の手段で消火したため、測定を中止した。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始1分後には219.9℃と消火薬剤ナシより低下し、2分後には181.3℃、5分後には132.0℃まで低下した。

#### ウ O<sub>2</sub>濃度

O<sub>2</sub>濃度の測定結果は、表16および図10に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には19.9%まで回復した。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始1分後には20.0%、1分54秒には21.0%と大気濃度まで戻った。

#### エ CO濃度

CO濃度の測定結果は、表16および図11に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には0.4%まで回復した。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始1分後には消火薬剤ナシと同様に0.4%まで回復し、1分33秒以降ではほぼ0.1%であった。

#### オ CO<sub>2</sub>濃度

CO<sub>2</sub>濃度の測定結果は、表16および図12に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には1.3%まで回復した。ハイパーウエットA(8.3%)は、放

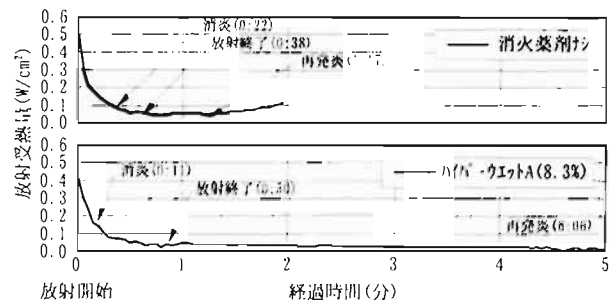


図 13 操作位置における放射受熱量の変化(消火薬剤別)

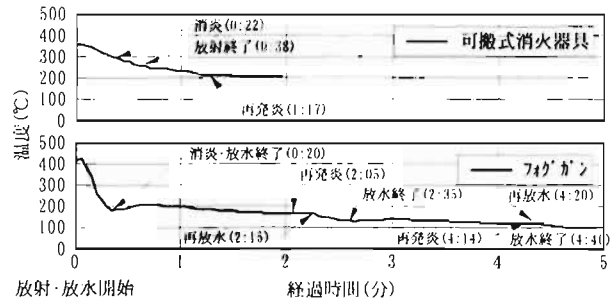


図 14 室内中央温度の変化(消火器具別)

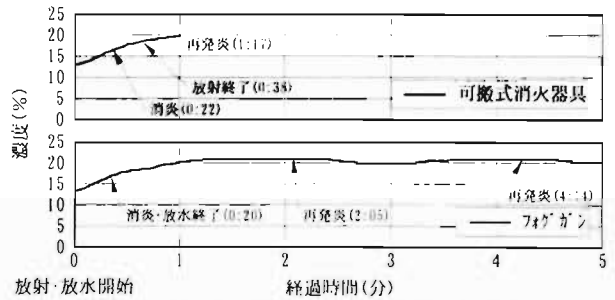


図 15 O<sub>2</sub>濃度の変化(消火器具別)

射開始1分後には消火薬剤ナシと同様に1.3%まで回復し、2分後には0.2%、5分後には0.1%まで回復した。

#### カ 放射位置における放射受熱量

放射位置における放射受熱量の測定結果は、表16および図13に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始1分後には0.06W/cm<sup>2</sup>になり、その後再び徐々に上昇していった。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始1分後には0.05W/cm<sup>2</sup>と急激に減少し、その後は徐々に減少し、2分後には0.04W/cm<sup>2</sup>、5分後には0.01W/cm<sup>2</sup>になった。

#### (2) 可搬式消火器具と他の放水器具等の消火能力の比較 ア 消火の可否、消炎、再発炎等の状況

可搬式消火器具は、38秒間で水12リットルを放射し、放射開始から22秒後(5発)で消炎できたが、1分17秒後に再発炎し消火できなかった。フォグガンは、20秒間(46.7リットル)の放水で消炎できたが、その後発炎(2分5秒後と4分14秒後)と20秒間の放水(2分15秒後からと4分20秒後から)を2回繰り返して計60秒間(140リットル)放水したが消火できなかった。

#### イ 室内中央温度

室内中央温度の測定結果は、表16および図14に示す

とおりである。可搬式消火器具は、放射開始1分後には235.3℃まで低下した。 Fogガンは、放水20秒間に急激に低下し、放射開始1分後には199.2℃、2分後には167.6℃と低下したが、その後の2回の再発炎と再放水により徐々に低下し5分後には109.6℃まで低下した。

#### ウ O<sub>2</sub>濃度

O<sub>2</sub>濃度の測定結果は、表16および図15に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始1分後には19.9%まで回復した。 Fogガンは、放射開始1分後には20.3%まで回復し、2分後には21.0%と大気濃度に戻った。

#### エ CO濃度

CO濃度の測定結果は、表16および図16に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始1分後には0.4%になった。 Fogガンは、放射開始1分後には0.3%、2分後には0.1%まで低下した。2分5秒後の再発炎以降に上昇し、再放水による消炎直後の2分50秒時の0.7%をピークに一旦は低下したが、その後再び発炎して上昇し始め5分時には0.8%まで上昇した。

#### オ CO<sub>2</sub>濃度

CO<sub>2</sub>濃度の測定結果は、表16および図17に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始1分後には1.3%になった。 Fogガンは、放射開始1分後には1.1%、2分後には0.2%まで低下した。その後は、前エのCO濃度と同様に変化し、2分50秒時の1.8%をピークに低下したが、再び上昇し始め5分時には1.5%まで上昇した。

#### カ 操作位置における放射受熱量

操作位置(居室出入口)における放射受熱量の測定結果は、表16および図18に示すとおりである。可搬式消火器具は、放射開始とともに急激に減少し、放射開始1分後には0.06W/cm<sup>2</sup>になったが、1分17秒の再発炎とともに徐々に増加した。 Fogガンは、可搬式消火器具よりも放水開始とともに急激に減少し、放射開始1分後に0.04W/cm<sup>2</sup>、2分後には0.03W/cm<sup>2</sup>に低下した。その後、2回の再発炎と再放水により徐々に低下し5分後には0.01W/cm<sup>2</sup>まで低下した。

#### 3.4 まとめ

これらの結果について、要約すると次のとおりである。

- (1) 各種消火薬剤を用いた可搬式消火器具の消火能力
  - ア 消火薬剤を使用しなかった場合は一時的に消炎することはできたが消火することはできなかったのに対して、ハイパーウエットA(8.3%)を使用した場合は消火することができた。
  - イ 放射開始1分後の燃焼室内の中心温度は、ハイパーウエットA(8.3%)が219.9℃であり、消火薬剤ナシの235.3℃より低かった。また、ハイパーウエットA(8.3%)は、その後も温度が低下し続け、5分後には132℃まで低下した。
  - ウ 放射開始1分後の燃焼室内中心におけるガス濃度を

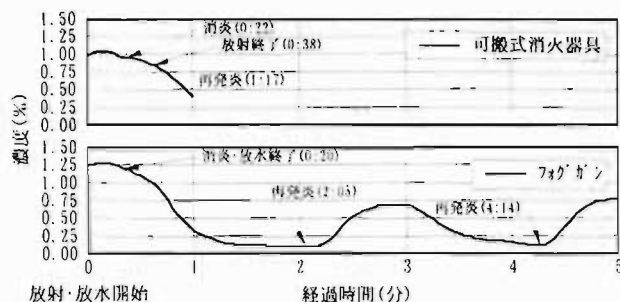


図16 CO濃度の変化(消火器具別)

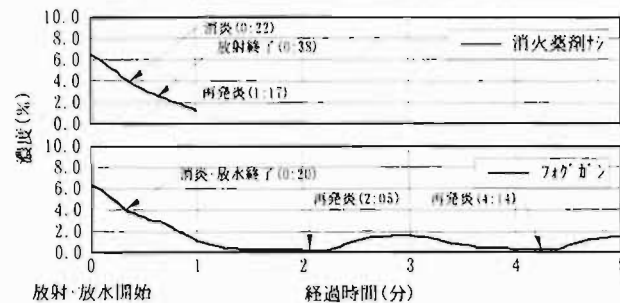


図17 CO<sub>2</sub>濃度の変化(消火器具別)

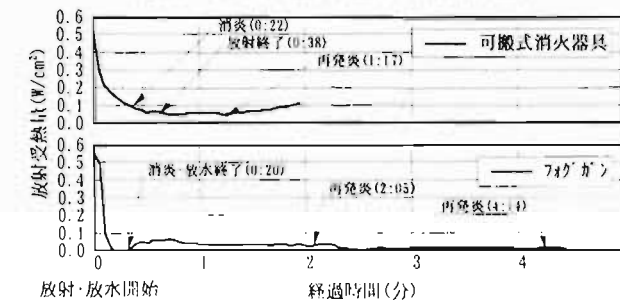


図18 放射・放水位置における放射受熱量の変化(消火器具別)

- 比較すると、O<sub>2</sub>濃度は消火薬剤ナシ 19.9%、ハイパーウエットA(8.3%) 20.0%とほぼ同値であり、CO濃度は0.4%、CO<sub>2</sub>濃度は1.3%とそれぞれ同値であった。
- エ 放射開始1分後の放射位置における放射受熱量は、消火薬剤ナシ 0.06W/cm<sup>2</sup>、ハイパーウエットA(8.3%) 0.05W/cm<sup>2</sup>とほぼ同値であったが、その後消火薬剤ナシが上昇するのに対してハイパーウエットA(8.3%)は低下した。
- (2) 可搬式消火器具と他の放水器具等の消火能力の比較
  - ア 可搬式消火器具、Fogガンともに一時的に消炎することはできたが消火することはできなかった。
  - イ 放射開始1分後の燃焼室内の中心温度は、Fogガンが199.2℃と、消火薬剤ナシの235.3℃より低かった。
  - ウ 放射開始1分後の燃焼室内中心におけるガス濃度を比較すると、O<sub>2</sub>濃度は消火薬剤ナシでは19.9%、Fogガンでは20.3%、CO濃度はそれぞれ0.4%と0.3%、CO<sub>2</sub>濃度はそれぞれ1.3%と1.1%であり、ほぼ同値であった。
  - エ 放射開始1分後の放射位置における放射受熱量は、消火薬剤ナシ 0.06W/cm<sup>2</sup>、Fogガン 0.04W/cm<sup>2</sup>とほぼ

同値であったが、消火薬剤ナシが上昇するのに対してハイパーウエットA(8.3%)は低下した。

以上のことから、居室内での火災を想定した1.5単位相当クリブの燃焼は、可搬式消火器具にハイパーウエットA(8.3%)を混入することにより消火効果が格段に向上し、消火することができた。

また、居室内で燃焼している1.5単位相当クリブに対して居室入口から放射した場合の可搬式消火器具の消火能力は、フォグガンで消火した時の最初の20秒間(46.7リットル)と比較すると、若干の差が認められ劣っていた。

#### 4 車両火災の消火実験

##### 4.1 目的

本実験は、車両室内火災を想定して実車両室内を実際に燃焼させ、可搬式消火器具を用いた消火実験を実施し、車両室内温度や車両周辺の放射受熱量等を測定して、消火薬剤を使用した場合の可搬式消火器具の消火能力を把握することを目的としている。

##### 4.2 実験

実験は、前2の屋外無風状態における消火実験と同様に図1に示すフローに従って行った。

実験は、車両室内の後部座席と助手席の床上に設置した助燃剤のガソリン0.5リットルを浸み込ませた布に着火して燃焼させ、適宜の位置から可搬式消火器具によって消火したときの車両室内の温度及び車両周辺の放射受熱量を測定するとともに、この時の燃焼、消火状況等を前2の屋外無風状態における消火実験と同様に、デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、赤外線映像装置、高速度ビデオカメラで撮影した。

その後、デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、赤外線映像装置から消火の可否、消炎までの時間及びその放水量、再発炎時間などを測定した。

##### (1) 実験場所

実験場所には、東京消防庁第二方面訓練場の屋外訓練場を用いた。

なお、この時の最大風速は、2.7m/sであった。

##### (2) 実験要因と実験条件

実験要因は、表17に示したとおり、消火薬剤とし、その内容は、同表のとおり、消火薬剤ナシ(水のみ)、ハイパーウエットA(8.3%)の2種類とした。

実験条件は、表18に示したとおりである。

##### (3) 使用した材料、機器等

##### ア 火源

火源は、表19に示すように、4ドアセダン、排気量1998ccの車両とした。

なお、助燃剤としてガソリン0.5リットルを布に浸み込ませて使用した。

##### イ 可搬式消火器具

実験に使用した可搬式消火器具は、表4及び前2.1

表17 実験要因

実験要因	内 容
消火薬剤	消火薬剤ナシ、ハイパーウエットA(8.3%)

表18 実験条件

No.	放水器具等	消火薬剤
301	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ
302	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(8.3%)

表19 車両

	内 容
車 両	T社製ピスタ 形状：4ドアセダン、排気量：1998CC
	H社製レジェント 形状：4ドアセダン、排気量：1998CC
助燃材	ガソリン0.5リットル

表20 測定項目

測 定 項 目
<ul style="list-style-type: none"> <li>消火の可否</li> <li>消炎までの状況</li> <li>再発炎時間</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>車両室内温度 <ul style="list-style-type: none"> <li>ギアノブ上部</li> <li>ルームランプ</li> <li>後部座席中央肘掛上部</li> </ul> </li> <li>車両周囲の放射受熱量 <ul style="list-style-type: none"> <li>車両前面から距離8.4m、高さ1.3m付近の放射受熱量</li> <li>車両右側面から距離8.4m、高さ1.3m付近の放射受熱量</li> </ul> </li> </ul>

表21 測定機器等

測定項目	測定機器等	仕様等
放射受熱量	熱流束計	[車両右方] M社製 最大放射受熱量：2W/cm <sup>2</sup> [車両前方] M社製 最大放射受熱量：5W/cm <sup>2</sup>

(3)イの放水器具等に示すとおりである。

##### ウ 消火薬剤

可搬式消火器具に使用したハイパーウエットAは、表5及び前2.1(3)ウの消火薬剤に示すとおりである。

##### (4) 測定項目と測定機器

測定は、表20に示すように、助燃剤であるガソリンに着火して車両室内を燃焼させ、可搬式消火器具によって消火したときの車両室内温度、車両周囲の放射受熱量などについて行うとともに、この時の燃焼、消火状況等を撮影した。

測定には、次の機器等を使用し、これらの測定機器等は図19に示すとおり配置した。

##### ア 撮影機器等

消火の可否、消炎までの状況、再発炎時間等は、デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ、高速度ビデオカメラ、赤外線映像装置を用いて測定した。

デジタルビデオカメラ、SVHS-Cビデオカメラ及び高速度ビデオカメラは、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したものをを用いた。

また赤外線映像装置は、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したA社製TVS2000MKⅡである。

イ データ収録器

データロガーは、前2の屋外無風状態における消火実験で使用したものを用いた。

ウ 温度測定機器

車両室内温度は、前3の居室内における消火実験で使用したシース型K熱電対を用いて測定した。

エ 放射受熱量測定器

放射受熱量の測定には、表 21 に示したとおり、前2の屋外無風状態における消火実験で使用した熱流束計(M社製、最大放射受熱量 2W/cm<sup>2</sup>、5W/cm<sup>2</sup>)を用いた。

4.3 実験結果

各実験の測定結果を表 22 に示した。

なお測定は、温度及び放射受熱量の変化の激しかった3分間を対象とした。

(1) 消火の可否、消炎、再発炎等の状況

消火薬剤ナシ及びハイパーウエットA(8.3%)は、共に車両室内火災を消炎でき、その後再発炎することなく消火できた。その消炎時間は、それぞれ放射開始 58 秒後(7 発後)、59 秒後(7 発後)であった。

(2) 車両室内温度

車両室内温度は総合的に判断できる車両室内3点の温度の平均値とし、その測定結果は表 22 及び図 20 に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始 1 分後には 93.9℃、2 分後には 70.3℃まで低下し、3 分後には 63.7℃まで低下した。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始 1 分後には 179.9℃、2 分後には 54.6℃まで低下し、3 分後には 31.8℃まで低下した。

(3) 車両から 8.4m 付近の放射受熱量

放射受熱量は総合的に判断できるように車両から 8.4 m 付近の前方及び側方の 2 点の放射受熱量の平均値とし、その測定結果は表 22 及び図 21 に示すとおりである。消火薬剤ナシは、放射開始 1 分以降 0.005W/cm<sup>2</sup> 前後であった。ハイパーウエットA(8.3%)は、放射開始から 1 分間は急激に減少し、これ以降は 0.002W/cm<sup>2</sup> 前後であった。

4.4 まとめ

これらの結果について、要約すると次のとおりである。

(1) 可搬式消火器具では、「水のみ」の場合とハイパーウエットA(8.3%)を使用した場合とも車両室内火災を消火できた。

(2) 車両室内の温度は、放射開始 3 分後において、消火薬剤ナシの 63.7℃に対して、ハイパーウエットA(8.3%)は 31.8℃まで低下した。

(3) 放射受熱量は、消火薬剤ナシが放射開始 1 分以降 0.005W/cm<sup>2</sup> 前後であり、ハイパーウエットA(8.3%)が 0.002W/cm<sup>2</sup> 前後であった。

以上のことから、車両室内火災は可搬式消火器具を用いて消火でき、ハイパーウエットA(8.3%)を混入することにより消火効果が向上した。

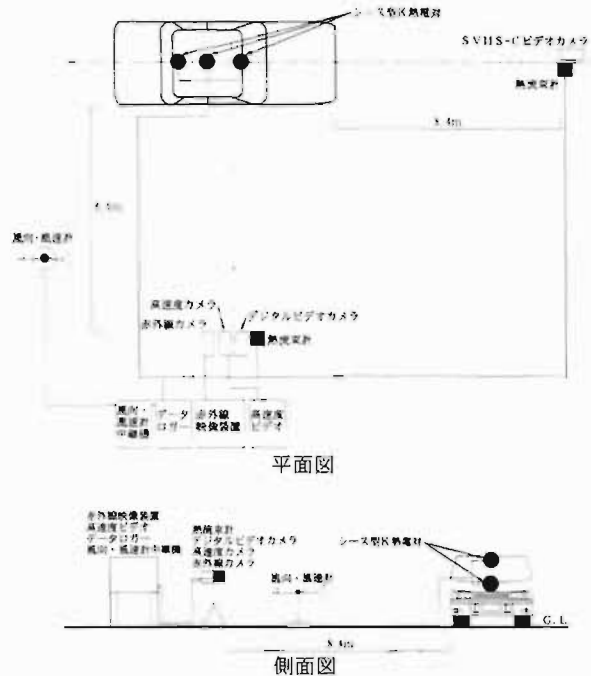


図 19 測定機器等の配置

表 22 実験結果

No.	放水器具等	消火薬剤	消火の可否	消炎	消炎	放射等	全使用	再発炎
				時間	使用			
				(分:秒)	(リットル)	(分:秒)	(リットル)	(分:秒)
301	可搬式消火器具	消火薬剤ナシ	可	0:58	7	0:58	7	-
302	可搬式消火器具	ハイパーウエットA(8.3%)	可	0:59	7	0:59	7	-

放射・放水開始時	放射・放水1分後	放射・放水2分後	放射・放水3分後
車両室内温度(℃)	放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )	車両室内温度(℃)	放射受熱量(W/cm <sup>2</sup> )
307.5	0.008	93.9	0.005
123.8	0.015	179.9	0.002

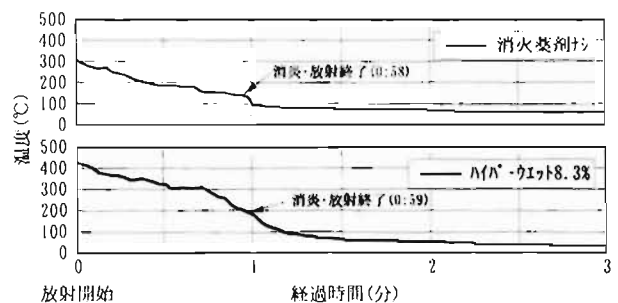


図 20 車両室内温度の変化

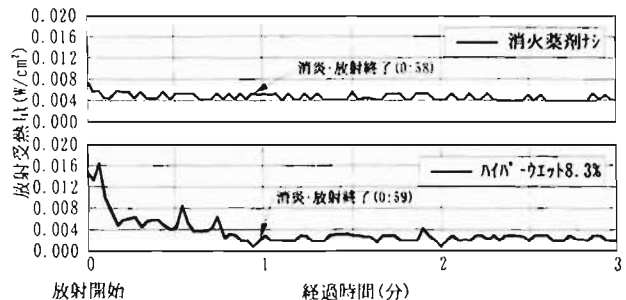


図 21 車両から 8.4m 付近の放射受熱量の変化

## 5 結論

実験ごとの要点は次のようになる。

### (1) 屋外無風状態における消火実験

可搬式消火器具に用いる消火薬剤として2単位クリブの消火に効果的であったものは、I F E XプラスⅠ、I F E XプラスⅡ、ハイパーウエットAなどのリン酸塩類系や複塩のアンモニア塩系であり、ジェットフォームⅢ、フォスチェックなどの界面活性剤系はほとんど効果が認められなかった。

また、2単位クリブに対する可搬式消火器具の消火能力は、フォッグガン(20秒間、46.7リットル放水)や粉末消火器より劣るが強化液消火器より優れていた。

### (2) 居室内における消火実験

居室内での消火実験結果から、可搬式消火器具にハイパーウエットA(8.3%)を混入することにより消火効果が格段に向上し、1.5単位相当のクリブを消火することができた。

また、居室内の1.5単位相当のクリブに対する可搬式消火器具の消火能力は、フォッグガンによる20秒間の放水(46.7リットル)より若干劣っていた。

### (3) 車両火災の消火実験

車両室内火災は、水のみ及び薬剤いずれの場合においても可搬式消火器具を用いて消火でき、ハイパーウエッ

トA(8.3%)を混入することにより消火効果が向上した。

## 6 消防活動への活用策等

これらの実験結果から、可搬式消火器具は次のような火災等に有効であると考えられる。

- (1) 車両火災のうち、乗用車、トラックなどの車内やエンジン部の火災
- (2) 燃焼実体が小規模であり、可搬式消火器具の放射による燃焼物の飛散が少ない火災
- (3) 建物火災では、極く初期時における収容物や壁体表面等の燃焼

また、可搬式消火器具の消火効果の向上策として、ハイパーウエットAを始めとするリン酸塩類系消火薬剤を使用することも効果的であると考えられる。

## 謝 辞

実験場所、資材のご提供など多大なご協力、ご支援をいただきました警防部各課、第二方面本部、同機動部隊等の方々に感謝の意を表します。

## [参考文献]

- 1) 坂本利行ほか7名:可搬式消火器具の放射性状及び消火性能に関する研究、消防科学研究所報、37号、pp.1~9、2000年

# STUDY ON THE USE FOR PORTABLE FIRE EXTINGUISHING TOOL

Toshiyuki SAKAMOTO\*, Hitoshi SAITO\*, Shigeo WATANABE\*, Masayuki SHINOHARA\*,

Hiroshi AKASAKA\*, Fumio TURUMI\*\*, Takao SHINOZUKA\*\*

## Abstract

This paper is intended to study the use for portable extinguishing tool. It was tried to do fire extinguishing experiment in the open and in the calm, fire extinguishing experiment in the room and fire extinguishing experiment of a vehicle fire, on the base of study on property of water application and extinguishing ability of portable fire extinguishing tool<sup>1)</sup>. Properties were measured and analyzed temperature, quantity of radiant heat, etc. From this test results, we discussed about extinguishing efficiency of portable fire extinguishing tool using extinguishing agent, compared portable fire extinguishing tool with other fire extinguishing tool and discussed about the use for portable fire extinguishing tool.

As results, we thought that portable fire extinguishing tool is effective to following fire, combustion, etc.

- 1 Fire that combustion is small and combustible thing isn't scattered by shooting of portable fire extinguishing tool
- 2 Combustion of interior and surface of inner wall at building fire in the initial stage
- 3 Fire of the inside or engine of a car, a truck, etc

And we thought that extinguishing efficiency by portable fire extinguishing tool improves to use HYPER-WET A which is extinguishing agent of phosphate.

---

\* First Laboratory \*\* Second Laboratory