

可搬式消火器具の放射性状及び消火性能に関する研究

坂本 利行*, 渡邊 茂男*, 齋藤 仁*, 篠原 雅幸*

赤坂 浩*, 加藤 俊之**, 矢ヶ崎 孝***, 米田 雅一****

概要

可搬式消火器具は、平成7年から導入され車両火災等に活用されているものであるが、この消火器具は圧縮空気により1回に約1リットルの水を瞬時に霧状に放射して消火するものとされ、従来のノズル等による消火方法とは異なっている。そこで本研究は、可搬式消火器具のより効果的な活用を図ることを目的として、可搬式消火器具の放射性状を把握し、さらに消火実験により効果的な放射距離を確認するとともに、可搬式消火器具の消火能力を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)に準じて把握したものである。

その結果は、次のとおりである。

- 1 可搬式消火器具から放射された水は、瞬時に全てが細かい水の粒子となるのではなく、中心部の水の塊とそれを取り巻く水の粒子からなる大きな集合体となって飛行する。その集合体の速度は、6mの位置までは約50m/sであった。
- 2 放射された水の拡散範囲(集合体の大きさ)は、放射位置から2m付近では上下約2m、左右約1.5mの大きさであった。
- 3 放射された水の衝撃力は、放射位置から2m地点では瞬間的ではあるが約10,000N(1,020kgf)と推定され、極めて大きな力を有している。
- 4 クリブによる消火実験の結果、可搬式消火器具の放射位置は、クリブに近づくほど効果的であるが、放射形状及び放射熱による人体への影響等を考慮すると、2mの位置が効果的であった。
- 5 可搬式消火器具の能力単位は、1.5~2単位未満が相当であると考えられる。

1 はじめに

近年ますます都市化が進み、建築物の多様化につれ災害の様態も複雑多様化している。それに伴い、災害時に使用する消防活動用資器材も年々改良・開発が進められており、消防活動に欠かすことができない資器材の一つである放水器具をみても、新たな器具(装置)が開発されている状況にある。

中でも、可搬式消火器具は概ね1リットルの水を2.5MPaの圧縮空気ですべて瞬時に放射する消火器具である。

当庁では平成7年度から導入され現在までに70器を各署に配置し、クイックアタックを主眼とした消防活動に活用されているところであるが、可搬式消火器具の実用面での消火性能等に関しては明らかになっていない部分も多く残っている。

そこで、可搬式消火器具の基本的な性能を解明し、消火性能を把握するため、第二方面本部訓練場において可

搬式消火器具の放射性状等について各種実験を実施した。

2 放射性状の確認実験

(1) 目的

高速度ビデオ、速度計(レーザー光による2点間測定)、荷重変換器、実体顕微鏡等による測定を行い、可搬式消火器具の放射性状を把握し、消火性能等を検証するための基礎資料とする。

(2) 実験場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室(面積203㎡(14m×14.5m)、高さ18m)及び東京消防庁消防科学研究所1階総合実験室前で行った。

(3) 放水器具

実験に使用した可搬式消火器具に関する諸元等は、表1に示すとおりである。なお、可搬式消火器具は、器具等に固定しないで通常的使用方法により使用した。

*第一研究室 **日野消防署 ***秋川消防署 ****第三研究室

表1 可搬式消火器具の諸元等

構成	放水銃	全長300mm、直径70mm、重量6.0kg
	水タンク	全高550mm、直径205mm、重量6.2kg、水容量12.0リットル
	減圧器	一次側30MPa
		二次側(水タンク用0.6MPa、銃用2.5MPa)
空気ポンプ	容量5リットル	

(4) 測定項目及び測定機器等

測定項目及び測定に使用した機器等の仕様等は表2のとおりである。

また、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室における測定機器等の設置状況は、図1のとおりである。

表2 測定機器等の仕様等

測定項目	測定機器	機器の仕様等
放射水の形状	高速度ビデオカメラ	C社製エクタブDHGイメージャー #2000 シャッタースピード:1/1000秒
	VHSビデオカメラ	S社製
放射水の粒子径	実体顕微鏡	—
	対物マイクロメータ	—
放射水の速度	VHSビデオカメラ	N社製
	半導体レーザー×2	波長:650nm~670nm 出力:5mW以下
	検出器(ディテクタ)×2	シリコフォトダイオード(Si) 応答速度:1μsec
	パーソナルコンピュータ	OS:Win95, CPL:133MHz
	A/D変換カード	DAC-Card1200
放射水の衝撃力	データライガー	K社製DAA-110A
	データレコーダ	T社製XR-5000
	荷重変換器	No.1 K社製 KC-100KE SN.YL4199 CAP. ±980N(100kgf) Cal(圧縮)25.04kg/1000με
		No.2 K社製 KC-100KE SN.AD2080 CAP. ±980N(100kgf) Cal(圧縮)25.00kg/1000με
No.3 K社製 KC-100KE SN.AD2065 CAP. ±980N(100kgf) Cal(圧縮)24.98kg/1000με		
No.4 K社製 KC-100KE SN.YW5084 CAP. ±1960N(200kgf) Cal(圧縮)50.01kg/1000με		
放射水の拡散範囲及び分散密度	高速度ビデオカメラ	C社製エクタブDHGイメージャー #2000 シャッタースピード:1/1000秒
	VHSビデオカメラ	S社製
	デジタル式重量計	秤量:1000g、感度1/100g
クランプへの水の付着量	精密無錘秤量計	村山式精密無錘万能秤 秤量:100kg、感度5kg

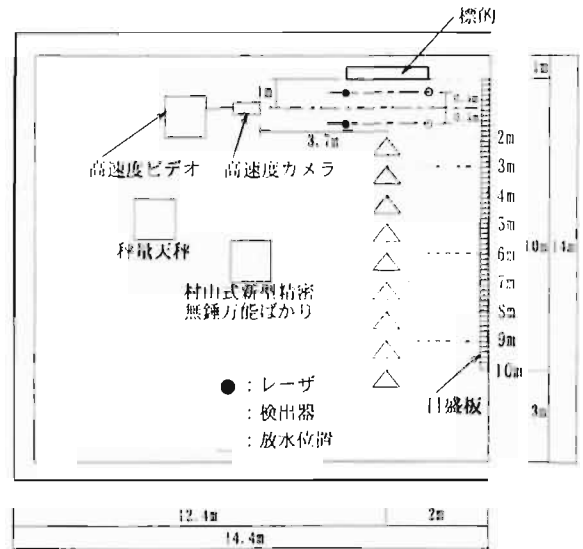


図1 測定装置等の設置状況

東側部分を使用して行った。

(イ) 測定方法等

標的及び高速度ビデオカメラ等を図1のとおり設置し、操作者が標的に対して距離2~10mの間で1m間隔で放射した時の状況を、高速度カメラ等で撮影し、放射された水の形状を確認した。

(ウ) 実験結果及び考察

2m、5m及び8m付近の放射された水の状況は写真1、写真2及び写真3のとおりである。

可搬式消火器具から放射された水は、一部が細かい粒子となり他の部分の水はそのまま水の塊となって飛行している。水の塊は飛行中に粒子化して大部分の水は霧状となって6m付近までに落下し、最後は10m以上飛行して全ての水が微粒子となり消失する。



写真1 放射水の状況(2m)



写真2 放射水の状況(5m)



写真3 放射水の状況(8m)

(5) 実験項目及び実験結果等

ア 放射水の形状の測定

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室内の

イ 放射水の粒子径の測定

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁消防科学研究所1階総合実験室内

の敷地を使用して行った。

(イ) 測定方法等

粒子の捕捉方法の概要は図2のとおりである。可搬式消火器具の放水位置から2~10mの間に、機械油を塗ったプレパラートを入れたシャーレを1m間隔で地面に配置し、可搬式消火器具から放射された水の粒子をシャーレ中のプレパラート上に落下、付着させて補足する。プレパラートを実体顕微鏡に取り付けられた対物マイクロメーターの上に置き、この時の顕微鏡画像をビデオレコーダーにより記録した。記録した粒子画像から、5mm×5mmの大きさの領域中の微粒子の数と粒子径を計測した。

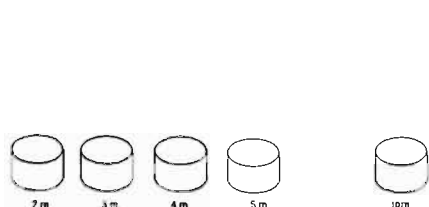


図2 測定の概要図

(ウ) 実験結果及び考察

距離別の粒子径及び粒子数の測定結果は表3のとおりであり、その結果は以下のとおりである。

- a 可搬式消火器具から放射される水の粒子径は、200~300μmの範囲にあるものが多い。
- b 放射位置からの距離が遠いほどシャーレ上に落下する水の粒子数が減少していく傾向があり、特に7m以降では、急激に減少している。これは、大部分の水粒子が6m位までに落下していることを示していると考えられる。

表3 距離別の粒子径の大きさと粒子数

粒子径 [μm]	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	10m	合計
~100 [μm]	1	0	0	0	0	0	0	0	1
101~200 [μm]	7	2	9	4	1	0	0	1	24
201~300 [μm]	21	7	6	13	4	0	2	3	56
301~400 [μm]	8	3	2	3	1	1	4	1	23
401~500 [μm]	6	2	3	1	4	0	2	0	18
501~600 [μm]	3	4	3	1	3	4	2	0	20
601~700 [μm]	1	1	0	0	2	1	0	0	5
701~800 [μm]	0	2	0	0	1	0	0	0	3
801~900 [μm]	1	0	2	2	2	0	0	1	8
901~1000 [μm]	0	0	1	1	1	1	0	0	4
1001~1100 [μm]	0	0	0	2	0	2	0	1	5
合計	48	21	28	25	21	7	11	6	167

ウ 放射水の速度の測定

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室内の東側部分を使用して行った。

(イ) 測定方法等

測定装置の概要は、可搬式消火器具の放射方向に対して垂直にレーザー光軸を1mの間隔で2ヶ所設定したも

ので、図3のとおりである。レーザー光は650nmの可視(赤色)半導体レーザー、受光素子にはシリコンフォトディテクタ(Si)を使用し、レーザー光の強さは検出器により電気信号に変換し、コンピュータに記録する。測定方法は、放射水がレーザー光軸を通過する時の入力信号の低下する時間を測定し、その時間差から速度を求める。なお、測定装置は固定し、可搬式消火器具の放射位置を移動することにより、距離ごとの速度を求めた。

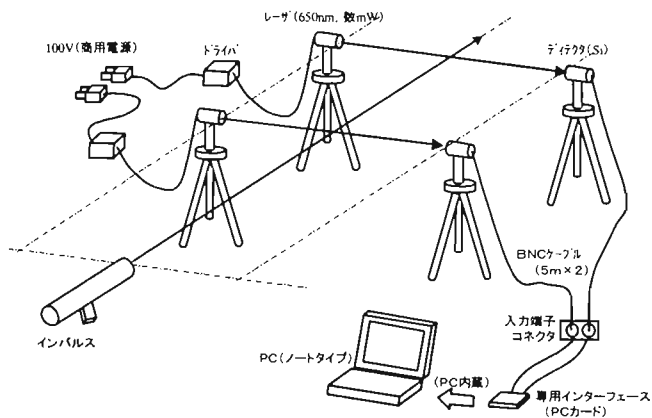


図3 測定装置の概略図

(ウ) 実験結果及び考察

測定結果は表4のとおりであり、その結果は以下のようになる。

- a 6m程度までの距離では、放射水の速度は約50m/s程度であると考えられる。
- b 6m以降では、距離の増加に伴って速度が低下するが9mの距離でも約44m/sの速度を有している。

表4 測定結果

距離 (測定距離)	1m (0.5~1.5m)	2m (1.5~2.5m)	3m (2.5~3.5m)	4m (3.5~4.5m)	5m (4.5~5.5m)	6m (5.5~6.5m)	7m (6.5~7.5m)	8m (7.5~8.5m)	9m (8.5~9.5m)
平均速度 (m/s)	48.1	50.3	49.3	51.3	50.8	45.7	46.6	45.3	43.9
時速 (km/h)	173.2	181.1	177.5	184.7	182.9	164.5	167.8	162.9	158.0

エ 放射水の衝撃力の測定

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室内の東側部分を使用して行った。

(イ) 測定方法等

測定装置の概略図及び標的部分の荷重変換器の設置状況は図4及び図5のとおりである。

表2に示した4個の荷重変換器を直径60cmの円盤に取り付け、これを標的として可搬式消火器具により放射した時の4個の荷重変換器の合計値により測定する。荷重変換器は、衝撃が加わると微小電圧が発生し、発生した電圧はデータアナライザーに内蔵されたアンプにより増幅されサンプリングレート200μsでデジタル変換

し、フロッピーディスクに記録する。記録されたデータは、汎用の表計算ソフト MS-EXCEL、計算/処理ソフト Mathcad7 で処理した。

(ウ) 実験結果及び考察

放射距離別の衝撃力の測定結果は、表 5 のとおりである。

なお、表中の推定値は、荷重変換器 4 個のうちの全部又は一部がレベルオーバーしたもので、レベルオーバーしたデータを汎用計算処理ソフト Mathcad7 を使用して推定したものである。

放射距離 2~3m では、すべての荷重変換器がレベルオーバーとなり、データの補完により、2m の位置での衝撃力は、約 10,000N 程度と推定される。

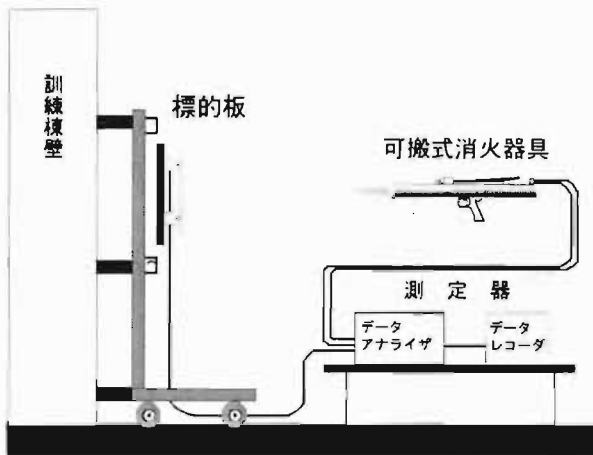


図 4 実験装置概略図

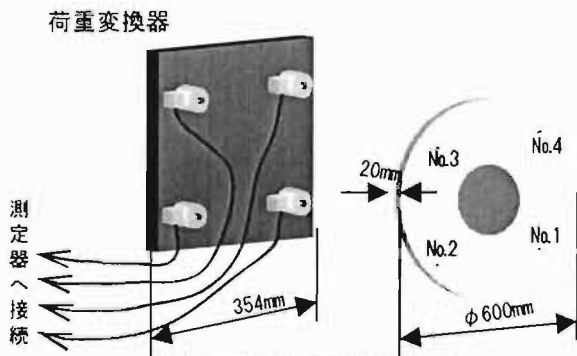


図 5 荷重変換器設置状況

表 5 可搬式消火器具の衝撃力(距離別)

放射距離	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	
衝撃力(N)	実測値	6,138 以上	6,138 以上	5,184 以上	3,823 以上	4,167 以上	2,788 以上	1,180	894	591
	推定値	9,832	7,791	6,552	5,326	4,306	2,890	-	-	-

オ 放射水の拡散範囲及び分散密度

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室内の東側部分を使用して行った。

(イ) 測定方法等

放射水の拡散範囲については、図 6 のとおり、2.7m × 2.7m の布張り標的に対して 2~10m の距離から放射した時に、水が付着した範囲のうち上下、左右の幅を高速ビデオカメラを使用して視覚により測定した。

また、放射水の分散密度については、放射された 1 リットルの水が水粒子となって中心から上下にどのくらいの濃度で分散しているかを把握するためのもので、図 7 のように内径 18 mm の円管を 10cm の間隔で上下 1 列に 25 本設けた標的に対し、2~5m の距離から放射した時、各円管で捕捉した水の重量により測定した。

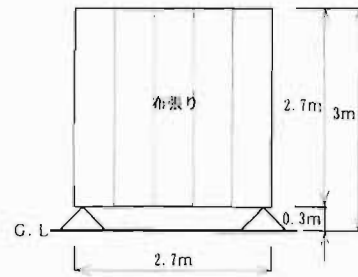


図 6 標的(拡散範囲測定)

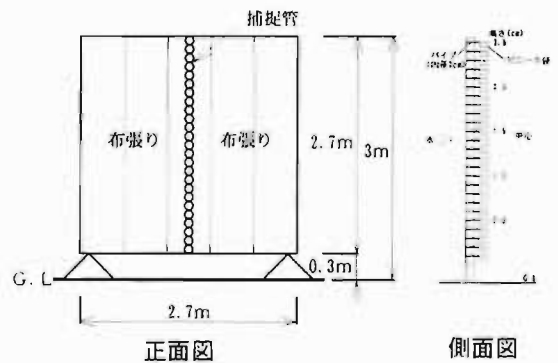


図 7 標的(分散密度測定)

(ウ) 実験結果及び考察

放射水の拡散範囲及び分散密度の測定結果は、表 6 及び図 8 のとおりである。

その結果、放射水の拡散範囲は、2m から順次増加して 4m の位置で最大(上下幅 270cm、左右幅 180cm)となり、それ以降は減少した。

分散密度についてみると、放射水の中央部数十cm の範囲が濃密であり、周辺部は希薄となっている。また、距離別の分散状況をみると、2m の位置で放射した時が最も濃密な分布を示し、離れるほど低くなった。

表 6 放射水の拡散範囲

放射距離		2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
拡散範囲	上下の幅(cm)	180	210	270	220	140	135	130	95	60
	左右の幅(cm)	130	160	180	180	110	107	105	75	45

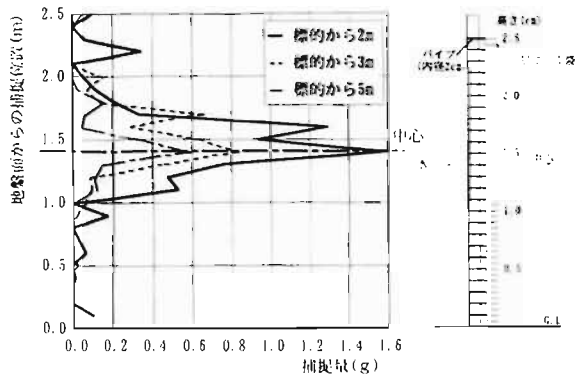


図8 放射水の分散密度

カ クリブへの水の付着量

(ア) 実施場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室内の東側部分を使用して行った。

(ア) 測定方法等

標的は写真4に示したように消火器の技術上の基準を定める省令(昭和39年9月17日、自治省令第27号)にもとづくA火災に対する能力単位が2単位のクリブ(長さ90cm、3.5cm×3.0cm角の杉材144本を井桁状に26段積み上げたもの)とし、可搬式消火器具で水を放射する前と後のクリブの重量を精密秤で計測し、その差を付着量として測定したもので、放射距離は2~10mまでの1m間隔で実施した。なお、可搬式消火器具はクリブの中心に向けて放射した。



写真4 標的(クリブ)

(イ) 実験結果及び考察

測定結果は、表7のとおりである。

放射距離が2mの時、付着量は645gで最大となり、離れるほど少なくなった。

表7 クリブへの水の付着量

放射距離	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
水の付着量(g)	645	460	310	240	215	170	125	78	30

3 大空間(屋外無風想定)における消火実験

(1) 目的

ア 可搬式消火器具による前2.(1)、カ、(イ)の能力単位2のクリブに対する放射距離(2~4m)ごとの消火状況から、効果的な放射距離を確認する。

イ 可搬式消火器具の消火能力を、前アで使用したクリブを基準として把握する。

ウ 可搬式消火器具2器を使用した場合の消火効果を確認する。

(2) 実験場所

実験は、東京消防庁第二方面訓練場屋内訓練室(面積203㎡(14m×14.5m)、高さ18m)の中央部にクリブを設置して行った。

(3) 実験方法

測定装置等の配置状況の平面図及び断面図をそれぞれ図9及び図10に示す。可搬式消火器具は通常の方法で行い、操作者は同一人物とした。

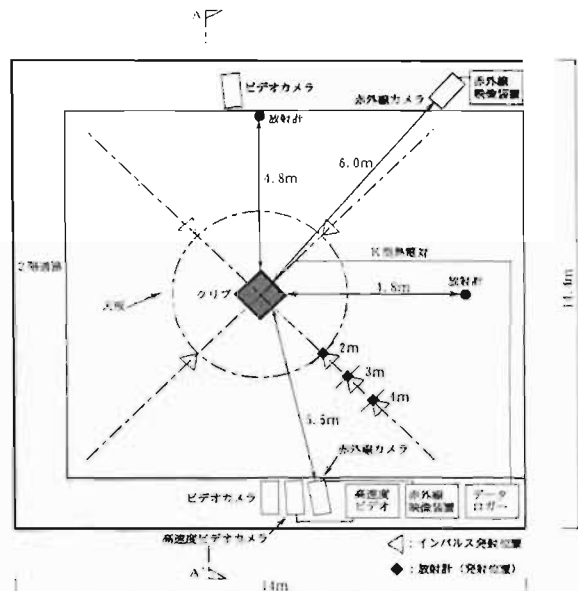


図9 測定装置の設置状況(平面図)

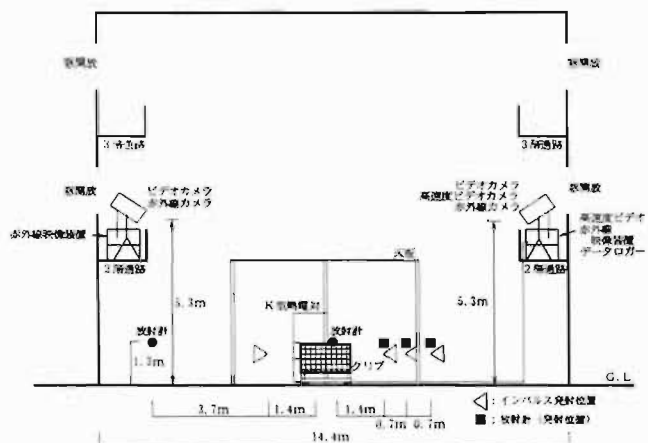


図10 測定装置の設置状況(側面図)

ア 燃焼物(クリブ)

燃焼物は、写真4に示す2単位のクリブとし、助燃材としてガソリン0.5リットルを、クリブの下15cmに設置したオイルパン(幅90cm×奥行90cm×深さ2.5cm)に入れて使用した。なお、クリブの含水率は3~8%、重量は55~57kgである。

イ 放射方法等

(ア) 点火及び放射開始

クリブの下のオイルパン内のガソリンに点火して3分間燃焼させ、クリブの燃焼が最盛期になった時点で可搬式消火器具による消火を開始した。

(イ) 放射方法

a 効果的な放射距離を把握するための実験では、可搬式消火器具1器を使用してクリブに対し一方向から10秒間隔で7回放射した。放射位置は、クリブから2m、3m、4mの3ヶ所として行なった。

b 可搬式消火器具の消火能力を把握するための実験では、前aの実験結果から効果的とした放射距離で、図11のようにクリブの周囲四方からタンク内の水全量(12%)を放射した。クリブは、2単位のクリブと、その3/4の体積とした1.5単位相当のクリブ(長さ83cm、3.5cm×3.0cm角の杉材115本の23段積み)を使用した。

c 可搬式消火器具2器を使用した場合の消火効果を確認する実験では、予備実験として2器を同時に放射した場合と交互に放射した場合の消火効果を比較した結果、同時に放射した方が効果的であったので、2器を同時に放射する次の2とおりの方法で実施した。

一つは、図12のように二人でクリブの1面ずつ回り込んで放射し、もう一方は、図13のように二人で直角方向の2面ずつ放射する方法で、いずれの場合も2器を同時に、10秒間隔で7回放射した。なお、図中の○数字は放射順を示す。

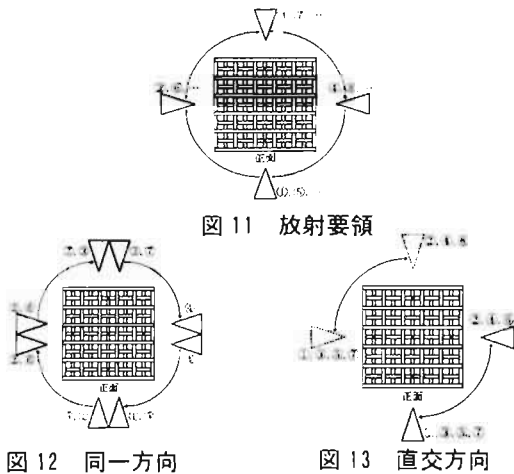


図11 放射要領

図12 同一方向

図13 直交方向

ウ 測定項目及び測定機器等

測定項目及び測定に使用した機器等の仕様等は、表8のとおりである。

エ 計測等

表8 測定機器の仕様等

測定項目	測定機器	機器の仕様等
消火及び再発炎の状況	目視及びストップカメラ デジタルビデオカメラ VHS-CEビデオカメラ 高速ビデオカメラ	M社製 S社製DCR-VX1000 P社製 C社製エタプ DHGイム-シャテ #2000 シャッタースピード: 1/1000秒
クリブ各部の温度変化	K型熱電対	JIS C 1602 素線径: 0.65mm 許容差: ±3.4℃
中心 正面 背面 右面 左面 上部 上空	デジタルカメラ	T社製TDS-601A 測定範囲: 210~1370℃ 測定間隔: 2秒間隔で計測
単位面積あたりの放射熱量の放射熱量 クリブ右方放射位置	熱流束計	クリブ右方: クリブ後方 M社製: 最大放射受熱量5W/cm ² 放射位置 M社製: 最大放射受熱量5W/cm ²
単位時間あたりの放射熱量放射熱量	赤外線映像装置	前面側: A社製TVS2000MK II 測定範囲: 0~950℃ 精度: ±3.8℃ 放射率: 1.00 測定間隔: 1秒間隔で計測 背面側: A社製TVS2100ST 測定範囲: 150~950℃ 精度: ±3.8℃ 測定間隔: なし

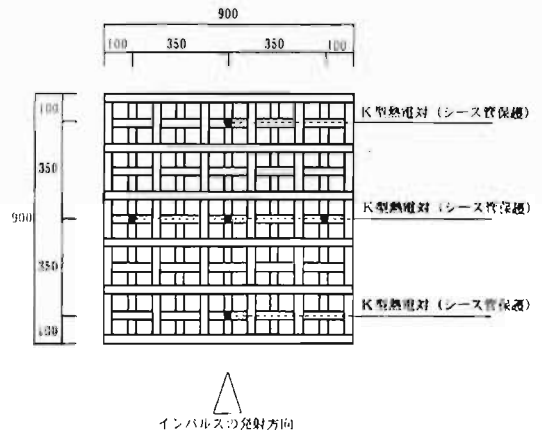


図14 クリブの平面図とK熱電対の設置状況

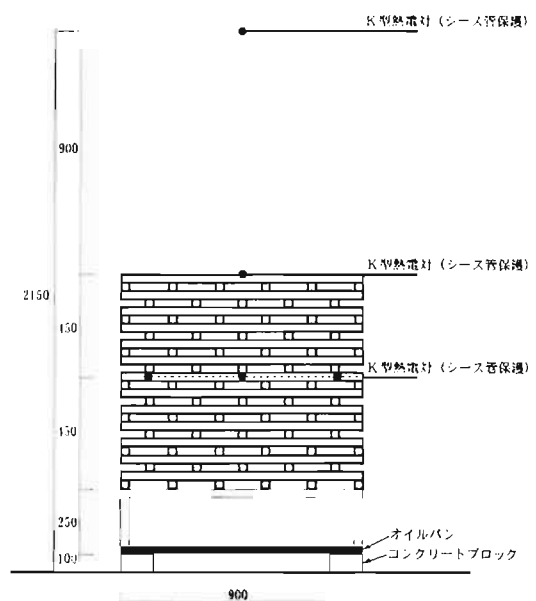


図15 クリブの正面とK熱電対の設置位置

表 9 測定結果

実験 No.	放射距離 (m)	放射開始時			放射開始30秒後			放射開始60秒後(放射終了時)		
		温度(°C)		放射受熱量(W/cm ²)	温度(°C)		放射受熱量(W/cm ²)	温度(°C)		放射受熱量(W/cm ²)
		クリブ内	クリブから4.8m	放射位置	クリブ内	クリブから4.8m	放射位置	クリブ内	クリブから4.8m	放射位置
1	2	1108.1	0.11	0.66	888.3	0.03	0.16	656.0	0.01	0.09
2	3	1081.3	0.09	0.31	1039.0	0.03	0.08	979.8	0.03	0.09
3	4	1091.1	0.10	0.21	1033.6	0.05	0.09	1022.0	0.05	0.11

消火の可否、消炎までの放水量、再発炎時間などの測定では、デジタルビデオカメラ、VHS-Cビデオカメラ、赤外線映像装置2台、高速度ビデオカメラを使用して燃焼状況及び消火状況等を撮影した。温度測定は、図14、15のようにクリブ内5ヶ所(中心部1点、周囲四面の中心から10cm内側の4点)、クリブの上面及びクリブ上空90cm地点にK型熱電対を設置し、また、クリブからの放射受熱量の測定は、操作者の位置、クリブ右方及び後方4.8mに熱流束計を設置して、点火10秒前から放射終了後の5分間を2秒間隔で測定した。

(4) 実験結果及び考察

ア 効果的な放射距離について

各実験での測定結果は、表9のとおりである。なお、温度についてはクリブ中心部の測定値を示したものである。

クリブ内の温度変化は、図16のとおりである。放射開始時から放射終了時の温度変化をみると放射距離4mでは1091.1°Cから1022.0°Cに、放射距離3mでは1081.3°Cから979.8°Cに低下したのに比べて、放射距離2mでは1108.1°Cから656.0°Cと大きく低下している。

また、放射終了時以降の30秒間の温度変化をみても2mの場合は3m及び4mの場合とは異なり、約500°Cまで低下している。

つぎに、クリブから4.8mの位置での放射受熱量の変化についてみると図17のとおりであり、放射開始時と放射終了時の放射受熱量の差、及びその以降の放射受熱量の状況を比較すると、放射距離2mのときが最も大きく低下し、以下、3m・4mの順となっている。

以上の結果から、可搬式消火器具による消火では、2mが最も効果的であり、クリブから離れるほど効果が減少することが明らかとなった。

なお、操作者が放射時に受ける熱の影響についてみると、図18のとおり2mの位置で最大0.67W/cm²の放射熱を受けたが、この熱量は、文献¹⁾から約8秒で肌に痛みを感じ、23秒で2度熱傷を生じる恐れのある熱量であるため2m以内では実施しなかった。

イ 可搬式消火器具の消火能力について

各実験での測定結果は、表10のとおりである。

なお、温度の測定結果は、クリブ中心部の測定値を示したものである。

2単位クリブでの実験では、放射開始から64秒間で11回放射した結果、放射終了時から1分41秒後(放射

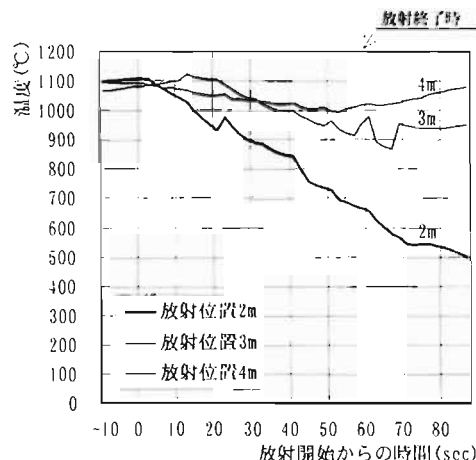


図 16 クリブ内の温度(放射距離別)

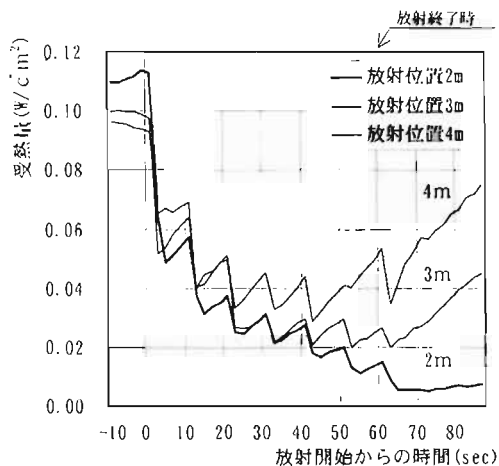


図 17 クリブからの4.8mでの放射受熱量(放射距離別)

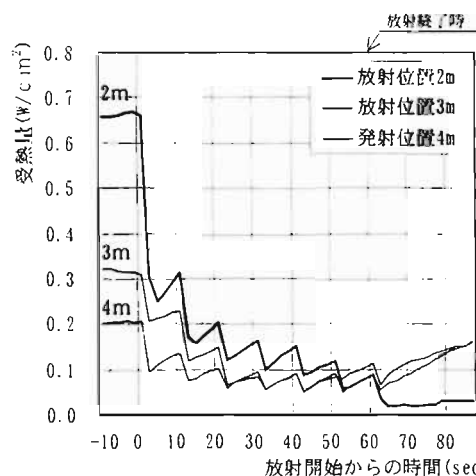


図 18 操作者が受ける放射受熱量(放射距離別)

表 10 測定結果

実験 No.	放射距離 (m)	クリブ単位数	放射回数	放射時間 (s)	消火の可否	放射開始時		放射開始60秒後		放射開始120秒後		放射開始180秒後		放射開始230秒後	
						クリブ中心部の温度 (°C)	操作者の位置での放射受熱量 (W/cm ²)	クリブ中心部の温度 (°C)	操作者の位置での放射受熱量 (W/cm ²)	クリブ中心部の温度 (°C)	操作者の位置での放射受熱量 (W/cm ²)	クリブ中心部の温度 (°C)	操作者の位置での放射受熱量 (W/cm ²)	クリブ中心部の温度 (°C)	操作者の位置での放射受熱量 (W/cm ²)
4	2	2	11	64	否	1088.3	0.56	550.5	0.01	395.6	0.02	484.8	0.12	890.0	0.38
5		1.5	10	54	可	1026.1	0.39	468.4	0.00	286.5	0.00	200.9	0.00	156.3	0.00

開始から 165 秒)に再発炎し、消火できなかった。

また、クリブ内の温度変化は図 19 のとおりであり、放射開始時 1088.3℃であったが、放射終了時には 550.0℃となり、その後 400℃以下まで低下したが、再発炎とともに上昇して、230 秒後には 890.0℃になった。2mの位置における放射受熱量の変化は、図 20 のとおりであり、放射開始時 0.56W/cm²が 60 秒後に 0.01W/cm²まで低下したが、その後、徐々に上昇し、再発炎以降に急激に上昇し、230 秒後には 0.38W/cm²まで上昇した。

1.5 単位相当のクリブでの実験では、放射開始から 54 秒間で 10 回放射した結果、放射終了後の再発炎は見られず完全に消火することができた。また、クリブ内の温度変化は図 21 のとおり、放射開始時 1026.1℃であったものが、60 秒後に 468.4℃まで低下し、さらに 230 秒後には 156.3℃まで低下した。2mの位置における放射受熱量の変化は図 22 のとおりであり、放射開始時 0.56W/cm²が 60 秒後に 0W/cm²となり、その後の上昇は見られなかった。

以上の結果から、可搬式消火器具 1 台の普通火災に対する能力単位は、クリブによる消火実験の結果 1.5~2 単位未満が相当であると考えられる。

ウ 可搬式消火器具 2 器を同時に放射した場合の消火効果について

各実験の測定結果は、表 11 のとおりである。なお、温度については、クリブ中心部の測定値を示したものである。

クリブ内の温度変化は、図 23 のとおりである。放射開始から放射終了時の温度変化をみると、2 器を同一方向から放射した場合は、1105.2℃から 742.8℃に低下したのに比べて、2 器を直角方向から放射した場合は、1000.0℃から 263.1℃と大きく低下している。

つぎに、クリブから 2mの位置での放射受熱量の変化についてみると図 24 のとおりであり、放射開始時と放射終了時の放射受熱量の差を比較すると、明らかな差は見られなかった。しかし、ビデオ映像等からクリブの再発炎時間を見ると同一方向から放射した場合は、放水開始から 2 分 27 秒後であったのに対して、直角方向からの放射では、3 分 47 秒後であった。

以上の結果から、可搬式消火器具 2 器を使用し放射する場合は、二人が交差するように直角方向の 2 面づつ同時に放射する方法が最も効果的であった。

なお、可搬式消火器具 1 器を使用した場合と 2 器を同時に使用した場合の比較も行なったが、その結果、クリブ内の温度変化及びクリブから 2mの位置における放

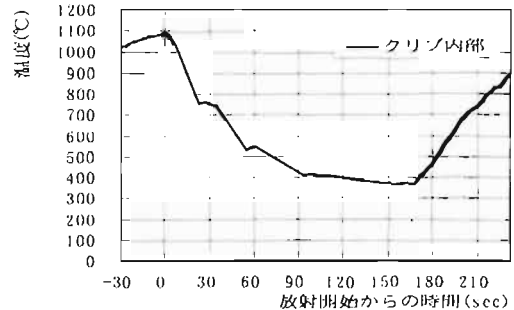


図 19 クリブ内の温度(2 単位クリブ)

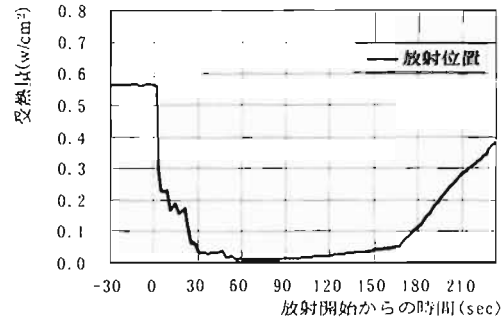


図 20 2mの位置における放射受熱量(2 単位クリブ)

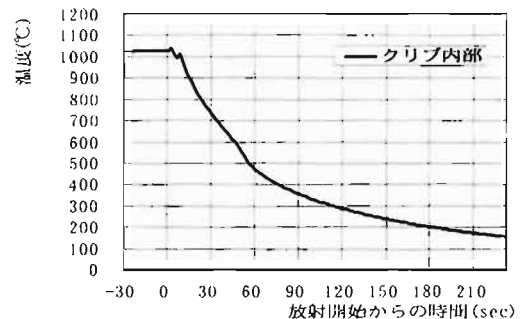


図 21 クリブ内の温度(1.5 単位クリブ)

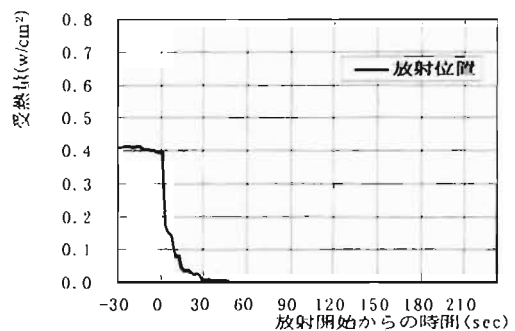


図 22 2mの位置における放射受熱量(1.5 単位クリブ)

表 11 測定結果

実験 No.	放射距離 (m)	クリブ単位数	放射方向	消火の可否	放射開始時		放射開始30秒後		放射開始60秒後(放射終了時)	
					クリブ中心部の温度(℃)	操作者の位置での放射受熱量(W/cm ²)	クリブ中心部の温度(℃)	操作者の位置での放射受熱量(W/cm ²)	クリブ中心部の温度(℃)	操作者の位置での放射受熱量(W/cm ²)
6	2	2	同一	否	1105.2	0.57	953.6	0.08	742.8	0.01
7			直交	否	1000.0	0.57	718.8	0.02	263.1	0.01

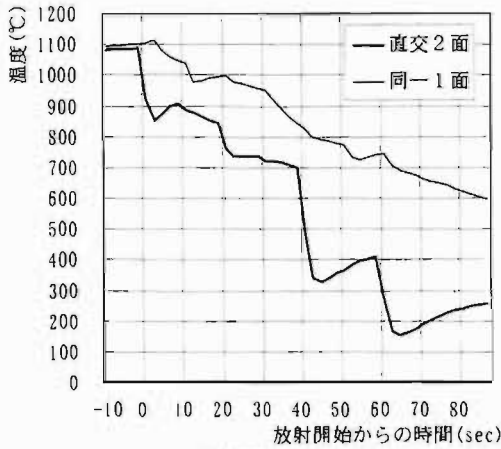


図 23 クリブ内の温度(2器使用時)

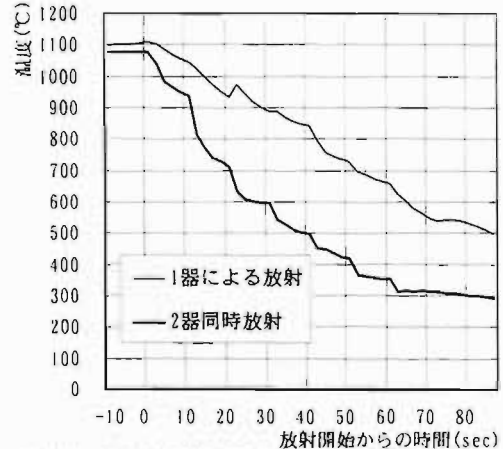


図 25 1器及び2器使用時のクリブ内の温度

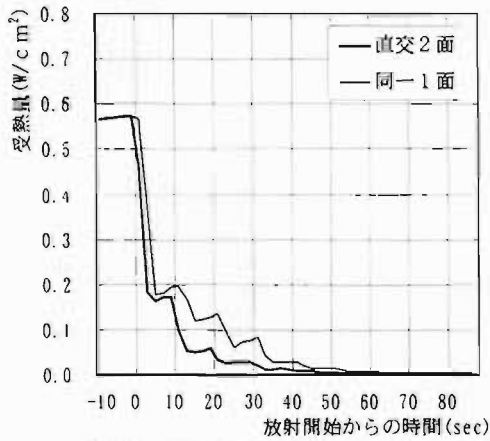


図 24 2mの位置における放射受熱量(2器使用時)

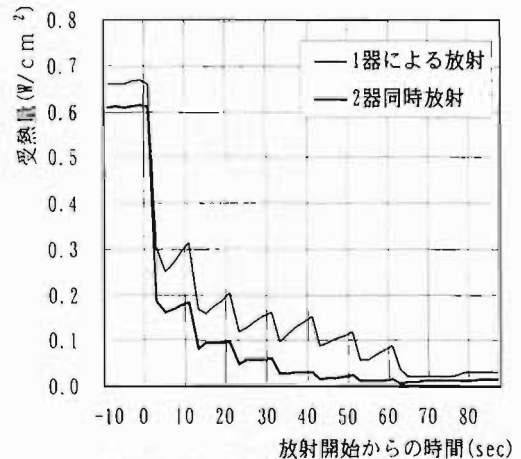


図 26 2mの位置における放射受熱量

射受熱量の変化は、図 25 及び図 26 のとおりであった。この時の可搬式消火器具の放射方法は、クリブから 2m の位置からクリブの一面に対して、1 器又は 2 器を同時に 10 秒間隔で 7 回放射したものである。

クリブ内の放射開始から放射終了時(放射開始から 60 秒)の温度変化をみると、1 器の場合は、1108.1℃から 656.0℃に低下したのに対して、2 器では 1078.0℃から 352.5℃と著しく低下している。

同様に、放射受熱量の変化をみても 2 器の方が効果的であり、また、ビデオ映像等による消火状況からも 1 器では有炎現象はなくならなかったが、2 器では 40 秒後に再発炎したが、一旦は有炎現象がなくなったことから、1 器より 2 器を使用することが明らかに効果的であ

った。

4 まとめ

以上の結果をまとめると以下のとおりである。

(1) 放射性状

ア 放射水の形状

放射された水は、瞬時にすべての水が細かい水の粒子となるのではなく、中心部の水の塊と水の塊を取り巻く水の粒子からなる大きな集合体となって飛行している。

イ 放射された水の水の速度

放射された水の水の速度は、放射位置から 6m の距離までは約 50m/s であり、6m 以降は距離の増加に伴って速度は低下した。

ウ 放射された水の拡散範囲及び分散密度

放射された水の拡散範囲は、効果的な放射位置と考えられる2m付近では、上下約2m、左右約1.5mの範囲であった。放射された水の分散密度は、放射位置から2m付近が最も濃密な分布を示し、距離が離れるほど低くなった。

エ 放射された水の衝撃力

放射位置から2m付近における放射水の中心部直径60cmの範囲の衝撃力は、瞬間的ではあるが約10,000N(1,020kgf)と推定される。なお、この衝撃力の強さは、他の実験結果から、乗用車の窓ガラスを破壊し、小型の家庭用品等を吹き飛ばして破損させるほどの力を有しているため、十分な注意が必要である。

オ クリブへの水の付着量

水の付着量は放射位置から2mの地点が最大となり、離れるほど少なくなった。

(2) 消火に効果的な放射位置

クリブによる消火実験の結果、可搬式消火器具の放射位置はクリブに近づくほど効果的であるが、放射性状及び放射熱による人体への影響等を考慮すると、2mの位置が効果的であると考えられる。

(3) 消火能力

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)に準じて把握した可搬式消火器具の能力単位は、1.5~2単位未満が相当であると考えられる。

5 おわりに

本研究にあたり、東京消防庁警防部各課、第二消防方面本部及び同消防機動部隊等の多くの所属から、実験場所及び資材の提供等について多大な支援や協力が得られたものである。

[参考文献]

- 1) 安全工学協会編：安全工学講座Ⅰ 火災、海文堂、1983年

STUDY ON THE WATER APPLICATION PROPERTIES AND FIRE EXTINGUISHING ABILITIES OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHING TOOL

Toshiyuki SAKAMOTO*, Shigeo WATANABE*, Hitoshi SAITO**, Masayuki SHINOHARA*,
Hiroshi AKASAKA*, Toshiyuki KATO**, Takashi YAGASAKI***, Masakazu YONEDA****

Abstract

This type of portable fire extinguishing tool has been used in vehicle fires and other kinds of fires since 1995. This fire extinguishing tool sprays a liter of mist in a moment by means of compressed air. In this respect, its extinguishing method is different from that of the ordinary nozzle type.

The purpose of this study is to find effective use of this portable extinguishing tool. So, we confirmed its water application range and fire extinguishing nature by means of fire experiments on the basis of the ministerial ordinance (September 17, 1964, ministerial ordinance of the Ministry of Home Affairs No27).

The main findings are as follows :

- 1 At first sprayed water consists of mass of water surrounded by mist. It flies at the speed of 50m/s as far as 6m from the tool.
- 2 The expanse of the water mass was 2m vertically and about 1.5m horizontally at the position of 2m from the tool.
- 3 We presume the impulsive force of water application is about 10,000N at the position of 2m from the tool. It is an intense impulsive force.
- 4 The most effective point of water application is 2m from the burning object, considering a human body's exposure.
- 5 The fire extinguishing capacity of the portable extinguishing tool ranges from 1.5 to 2.