

防災市民組織によるD級可搬消防ポンプ等を用いた実大消火実験 Life-size Firefighting Experiments by Neighborhood Disaster Organizations Using a Portable Fire Pump etc.

○亀野 弘昭¹, 谷内 幸久¹, 川村 達彦¹
Hiroaki KAMENO¹, Yukihiisa TANIUCHI¹ and Tatsuhiko KAWAMURA¹

¹ 東京消防庁防災部
Disaster Division, Tokyo Fire Department

In Tokyo, many portable fire pumps or large-sized/normal-sized fire extinguishers are prepared for simultaneous fires caused by an earthquake. By the way, recent houses are improving in fire protection, such as using gypsum boards for interior finish. So, we made some life-size firefighting experiments using a portable fire pump and a large-sized/normal-sized fire extinguisher for the purpose of clarifying firefighting effect to fire occurred in the recent houses on an earthquake. The result shows that firefighting using a portable fire pump is more effective than that using a large-sized fire extinguisher and so on.

Keywords : life-size firefighting experiment, neighborhood disaster organization, portable fire pump

1. はじめに

東京都内では、同時多発が危惧される地震火災への対策として、街頭消火器や防災市民組織へのD級・C級可搬消防ポンプ、大型消火器等の整備がされている¹⁾。

また、近年の住宅は内装に石膏ボードが用いられるなど防火性能が向上していることから、このような住宅で発生した火災を想定し、次に述べる3項目を明らかにすることを目的として実大規模の消火実験及び延焼阻止実験を実施した。

(1) D級可搬消防ポンプ及び大型消火器を用いた消火活動による消火限界

内装を現在の一般的な仕様とした建物を用い、1階又は2階で出火した場合において、D級可搬消防ポンプ及び大型消火器を用いて消火できる火災の成長段階等について調べた。ただし、本実験においては、火災の早期段階における消火可能性を主眼とし、躯体の燃焼に対する消火効果や完全鎮火に要する時間を調べることは実験の目的外とした。

なお、昭和57年に実施した実験結果²⁾(以下「昭和57年実験」という。)においては、内壁をベニヤ貼りとした建物で火点が1階の場合において、D級可搬消防ポンプを用いて1室のみの火災若しくは隣室に延焼しかかっている程度の火災は消火可能とされている。

(2) 消火器を用いた消火活動による燃焼遅延効果

昭和57年実験によると、炎が天井面に拡大した時点において消火活動を開始した場合には、粉末消火器では1分30秒の遅延効果、強化液消火器では5分30秒の遅延効果があるとされている。内装を現在の一般的な住宅で用いられているものとした場合の消火器による燃焼遅延効果について確認した。

(3) D級可搬消防ポンプによる延焼阻止限界

早期に火災建物の消火ができなかった場合においては、隣棟への延焼を阻止するための活動を行う必要がある。

そこで、防災市民組織がD級可搬消防ポンプを用いて延焼阻止活動を行う場合において、延焼阻止可能な火面

長等について調べた。

2. 実験内容

(1) 実験計画

消火活動に使用する資機材、火点及び消火活動開始時機を変え、14種類の実験を計画した(表1)。

表1 実験計画

実験 No.	使用資機材	火点	消火活動開始時機
1-1	小型消火器(粉末)	1階	天井面拡大
1-2	小型消火器(強化液)	1階	天井面拡大
1-3	D級可搬消防ポンプ	1階	FO直後
1-4	D級可搬消防ポンプ	2階	FO直後
1-5	D級可搬消防ポンプ	2階	室内全焼隣室延焼
2-1	D級可搬消防ポンプ	1階	室内全焼隣室延焼
2-2	D級可搬消防ポンプ	2階	FO直後
2-3	D級可搬消防ポンプ	2階	室内全焼隣室延焼
2-4	D級可搬消防ポンプ	延焼阻止実験	
3-1	大型消火器(粉末)	1階	FO直後
3-2	大型消火器(粉末)	2階	FO直後
3-3	大型消火器(粉末)	1階	FO直後
3-4	大型消火器(粉末)	2階	室内全焼隣室延焼
3-5	D級可搬消防ポンプ	2階	室内全焼隣室延焼

※ FO : フラッシュオーバー

(2) 実験施設の構造等

実験棟4棟及び延焼阻止実験用の実験壁を1基建設した。住宅火災を想定するため、2階建とし、各階に6畳の室を2部屋ずつ設置した。各実験棟内の隣り合う室の間には片開き戸を設置した(消火活動開始時機を室内全焼隣室延焼としたものについては戸を設置していない)。実験棟、実験壁等の配置状況を図1に示す。

また、各室の内装は現在の一般的な住宅を想定して表2の仕様とした。実験壁の材質は木製とし、アルミ製の引き違い窓を1階部分に2箇所、2階部分に2箇所設置した。

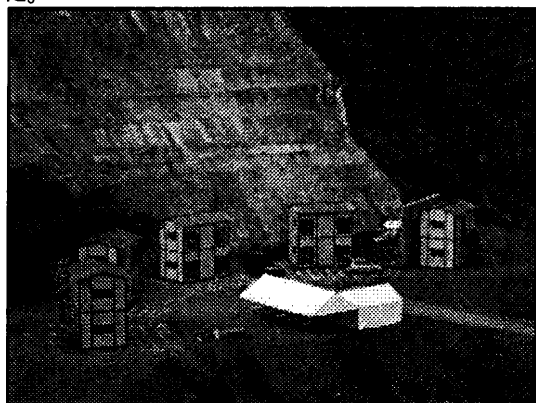


図1 実験棟、実験壁等の配置状況

表2 実験棟各室内装の仕様

部分	仕様等
天井	厚さ12.5mm 石膏ボード1枚、ビニルクロス貼り
内壁	厚さ12.5mm 石膏ボード1枚、ビニルクロス貼り
床	厚さ15mm フローリング貼り
窓	各居室に2箇所（掃窓1箇所、腰窓1箇所）、それぞれアルミ引き違い窓（カーテン付）

(3) 火災荷重

各室内には可燃物として木材クリブを配置した。一般的な家具の高さを表現するため3通りの高さ（低 60cm、中 120cm、高 180cm）で積み上げた。木材クリブの量は、居室内の一般的な可燃物量として24kg/m²程度（1部屋あたり約240kg）とした。

(4) 実験内容

a) 消火活動（実験2-4以外）

室内で木材クリブを燃焼させ、一定時間経過後、D級可搬消防ポンプ、大型消火器又は小型消火器を用いて、建物外部からの消火活動を行う（図2）。

消火活動を開始する時期は、天井面拡大（炎が天井面に拡大した時点）、F O直後及び室内全焼隣室延焼（室内全部が燃焼状態となり隣室への延焼が確認された時点）の3パターンとした。

開口部については、地震により窓ガラスが破損した状態を考慮して、2箇所とも引き違い窓を全開状態とし、いずれの窓から注水してもよいものとした。

D級可搬消防ポンプを用いた消火活動は原則として防災市民組織が実施し、消火器を用いた消火活動は消防職員が実施した。

また、防災市民組織等による消火活動として、木造住宅密集地における住宅火災に対する消火活動を想定し、実験棟から4m以内の範囲を実験における消火活動の範囲とした。

b) 延焼阻止活動（実験2-4）

実験棟の1階を火点とし、フラッシュオーバー直後からD級可搬消防ポンプを用いて実験壁への延焼阻止活動を行う（図3）。

実験棟の開口部は消火実験と同様に引き違い窓を全開にした状態とし、実験壁の開口部については、窓ガラスの破損を防ぐことができるか、開口部を通じた延焼危険性について考察するため、いずれも閉じた状態とした。

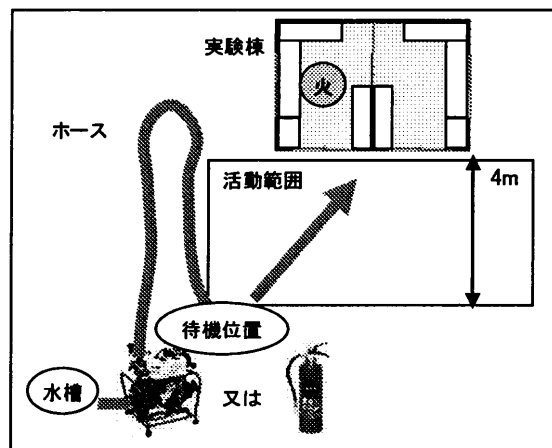


図2 消火活動

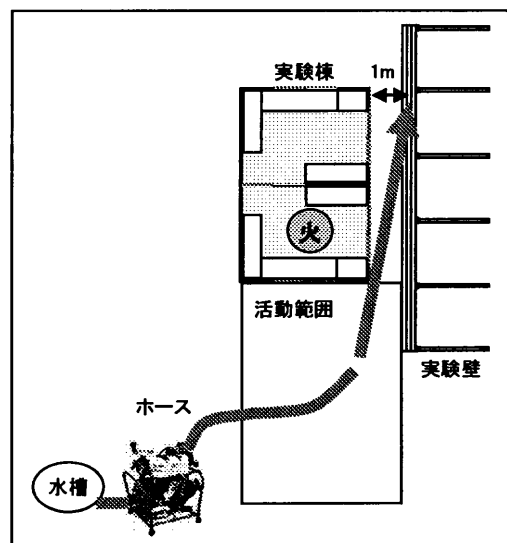


図3 延焼阻止活動

3. 実験結果

(1) 実験条件

a) 日時

平成19年11月16日から11月18日まで
各日10:00頃から15:00頃まで

b) 場所

東京都西多摩郡奥多摩町小丹波 採石場内

c) 気象

表3 実験当日の気象

月日	天気	風向	風速
11月16日(金)	曇り	西	平均約1.8m/s
11月17日(土)	曇りのち晴れ	西南西	平均約1.1m/s
11月18日(日)	晴れ	西南西	平均約1.3m/s

(2) D級可搬消防ポンプ及び大型消火器を用いた消火活動による消火限界

D級可搬消防ポンプ及び大型消火器（粉末）を用いた消火活動実施状況を図4及び図5にそれぞれ示す。

各消火実験における消火可否を表4に示す。ほぼ消火できたと見られる実験においては、天井付近の温度が50℃以下まで低下し、その後ほぼ横ばいとなったことから、消火可能の判定は室内の天井（室内全焼隣室延焼時点に消火活動開始したものについては隣室を含む。）の

温度が50℃以下まで低下したことを基準とした。

また、この結果に基づく各消火資機材による消火可能範囲のイメージを図6に示す。



図4 D級可搬消防ポンプを用いた消火活動状況



図5 大型消火器（粉末）を用いた消火活動状況

表4 各消火実験における消火可否

実験 No	使用資機材	消火活動 開始時機	火点	消火可否
1-3	D級可搬消防ポンプ	FO直後	1階	○
1-4	D級可搬消防ポンプ	FO直後	2階	○
1-5	D級可搬消防ポンプ	室内全焼 隣室延焼	2階	○
2-1	D級可搬消防ポンプ	室内全焼 隣室延焼	1階	○
2-2	D級可搬消防ポンプ	FO直後	2階	○
2-3	D級可搬消防ポンプ	室内全焼 隣室延焼	2階	○
3-1	大型消火器	FO直後	1階	×
3-2	大型消火器	FO直後	2階	×
3-3	大型消火器	FO直後	1階	○
3-4	大型消火器	室内全焼 隣室延焼	2階	×

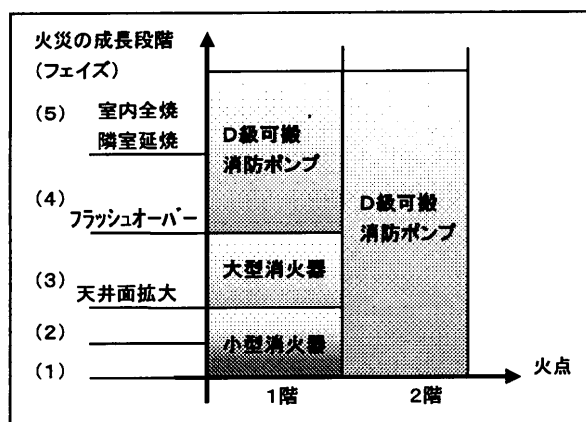


図6 各消火資機材による消火可能範囲のイメージ

a) D級可搬消防ポンプを用いた消火活動における消火

限界

1室の全室内が燃焼し、隣室へ延焼した場合においても消火可能であった。この場合に早い段階で火勢が抑えられていることから、2室程度の火災であれば消火可能と考えられる。

なお、火点室が2階の場合は火種を完全に消火することは困難であるが、室内の温度をかなり低下させることは可能であることから、進入可能な状況であれば完全に消火できると考えられる。

b) 大型消火器を用いた消火活動における消火限界

火点が1階であり、室内へ有効に薬剤放射ができる条件においては、FO直後の火災を再燃しない程度まで消火できる可能性がある。

しかし、火点が2階の場合は、有効な消火活動は困難と考えられる。

c) D級可搬消防ポンプを用いた消火活動における使用水量

各実験において使用した水量を表5に示す。さらに、火点室（室内全焼隣室延焼時点で消火活動を開始した3実験については隣室を含む。）天井の温度が50℃を継続的に下回るまでの放水量を算出し、同表中に示した。

表5 各実験における放水量（50℃を下回るまで）

実験 No	消火活動 開始時機	火点	消火活動 実施時間	放水量 (L)
1-3	FO直後	1階	1分01秒	151
1-4	FO直後	2階	1分12秒	134
2-2	FO直後	2階	1分12秒	159
1-5	室内全焼 隣室延焼	2階	3分25秒	236
2-1	室内全焼 隣室延焼	1階	2分15秒	258
2-3	室内全焼 隣室延焼	2階	2分08秒	369

FO直後に消火活動を開始した実験については、消火活動開始から1分～1分12秒の間に天井の温度が50℃を下回っており、それまでの使用水量は150 L程度だった。室内全焼隣室延焼時点で消火活動を開始した実験については、消火活動開始から2分～3分30秒の間に温度が50℃を下回っており、それまでの使用水量は300 L程度だった。50℃を下回るまでの使用水量について、火点が1階か2階かということによる違いは大きく見られなかった。

50℃を下回るまでの使用水量は、比較的大きな開口部があり燃焼実体への有効な注水が可能な条件における結果であり、この後室内の温度が横ばいとなっていることから、放水量のほぼ全てが有効注水であった場合の必要最低限の水量と解釈できる。実際の消火活動では放水量のいくらかが無効となることを考慮しても、火災の早期の段階であれば1,000 L程度の水量で有効な消火活動を実施できる可能性がある。

(3) 消火器を用いた消火活動による燃焼遅延効果

消火器を使用した消火実験の結果から、燃焼遅延効果について考察した。

分析にあたっては、天井の温度を代表温度として用いた。消火活動終了後再び燃焼が拡大し最高温度を記録した時間を把握し、消火活動実施前に同程度の温度を記録した時間との時間差を算出した（図7）。

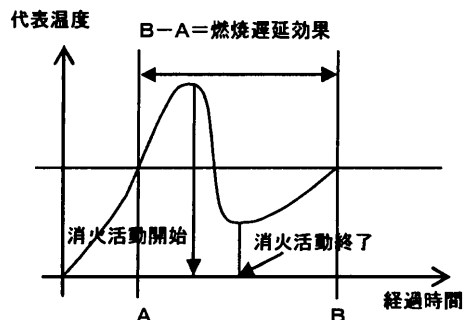


図7 燃焼遅延効果の算出方法

消火器を用いた消火実験のうち、消火活動終了後再び燃焼が拡大したものの燃焼遅延効果を表6に示す。

なお、これらはいずれも消火器を1本使い切った場合の結果を示している。

小型消火器（強化液）を使用した実験においては、約2分の燃焼遅延効果がみられ、大型消火器（粉末）を使用した実験においては、4分前後の燃焼遅延効果がみられた。ただし、こうした燃焼遅延効果は、消火活動実施時の火災性状や消火活動の実施環境（開口部の状況等）によって異なると考えられることから、今回観測された遅延効果を一般に適用することは難しい。

表6 各実験における燃焼遅延効果

実験 No	消火活動開始時機	使用資機材	差（遅延効果）
1-2	天井面拡大	小型消火器（強化液）	1分54秒
3-2	FO直後	大型消火器（粉末）	4分36秒
3-4	室内全焼隣室延焼	大型消火器（粉末）	3分33秒

(4) D級可搬消防ポンプを用いた放水による延焼阻止効果

a) 実験壁への着火判定

有効注水が可能な範囲においては、実験棟から1mの距離においても実験壁への延焼を阻止することができていた。

しかし、防災市民組織員が放水位置を実験棟から7mの位置に後退した時点以降、奥側の2階窓相当の高さでは800℃付近までの温度上昇を計測しており、目視においても同位置周辺の実験壁への着火が確認された。

b) 開口部を通した延焼危険性

実験壁下部開口部裏のガラスを通した輻射受熱量について考察した結果、15kW/m²を超えている時間帯があるが1分以内の短時間であることから、窓ガラスが割れていない状況においては、開口部を通した延焼危険性は少ないといえる。

また、実験壁下部開口部にガラスがない場合の輻射受熱量を推定した結果、点火後約15分以降ではほぼ恒常的に20kW/m²を超えていることから、ガラスが存在しない状態では室内への着火の可能性は高いと考えられる。

c) 有効注水範囲

実験棟奥側からの火炎の噴出が激しくなり、防災市民組織員が放水位置を実験棟から7mの位置に後退した時点以降においても、D級可搬消防ポンプによる有効注水範囲は高さに関わらず放水位置からの水平距離で10m程度であったと考えられる（図8）。

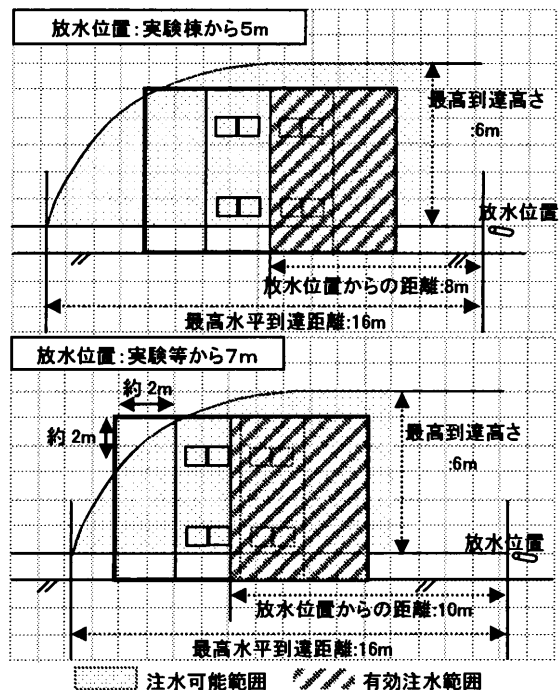


図8 放水位置ごとの最高到達範囲と有効注水範囲

4. まとめ

近年の防火性能が向上している住宅での火災に対しては、D級可搬消防ポンプを用いた消火活動の場合、1室の全室内が燃焼し、隣室へ延焼した場合においても消火可能であった。この場合に早い段階で火勢が抑えられていることから、2室程度の火災であれば消火可能と考えられる。

これに対し、大型消火器を用いた消火活動では、火点が1階で室内へ有効に薬剤放射ができる条件においてはFO直後の火災を消火できる可能性があるが、火点が2階の場合は有効な消火活動は困難と考えられる。

また、D級可搬消防ポンプを用いた延焼阻止活動では、開口部の窓ガラスが割れていない場合ではあるが、有効注水範囲において、1mの間隔でも延焼を阻止することができていた。

これらのことから、震災時において軽可搬消防ポンプを用いた地域消火活動の有効性は高いと言える。これを有効に活用できるよう、軽可搬消防ポンプや軽可搬消防ポンプを使用できる体制の整備を改めて推進する必要がある。

また、D級可搬消防ポンプを用いた消火活動では、比較的少ない水量でも有効性が期待できることが確認できた。震災時における地域消火活動においては、大容量の水利整備に限定することなく、防災井戸、雨水貯留槽、地上置き型の水槽等、省スペースで整備ができる水利を確保しておくことが有効と考えられる。

参考文献

- 1) 東京都：「平成20年度区市町村防災事業の現況」，東京都総務局総合防災部，2009.3
- 2) 火災予防審議会：「防災市民組織等の地震時消火活動の現状と対策」，東京消防庁防災部，1983.3