

区画制圧特化型伸縮ノズルの開発について

うるま市消防本部（沖縄県） 儀保 竜二
喜屋武 浩輝

1 はじめに

近年、住宅構造の変化により高気密・高断熱構造の採用が急速に進んでおり、閉鎖空間内で発生する区画内火災においては、可燃性ガスの滞留や酸素供給の制限により、フラッシュオーバーやバックドラフトといった爆発的燃焼現象が発生しやすく、消火活動における危険性と難易度が急激に増している。

このような火災に対し、従来の消火戦術が必ずしも効果的に機能しない場面も多く見られる。たとえば、レイン注水や山なりの放水で建物内部へ注水する工夫もみられるが、天井が焼け落ちている場合や梁などの障害物で死角となり、部屋全体に注水が届かない場合が多々ある。その結果、効果的な消火に至らず、大量の水を投入せざるを得ない状況に陥ることも多い。

さらに、離れた位置からの放水は、周囲の空気を巻き込みながら火点に向かって押し込む「プッシュファイヤー」と呼ばれる現象を引き起こす恐れがある。

これらの課題を解決すべく、屋内進入せずに外部から長尺のノズルを挿入し、部屋の中心から内側の壁全体に放水を行う、区画内火災の消火に特化した新型ノズルを開発した。

2 ノズルの特徴と構造

(1) 離れた位置からの放水を可能にする伸縮可能な長尺ノズル

火災の最盛期において燃焼区画から一定の距離を取りつつ、直接的な放水を可能とするノズルの長さを検討し【図1】、収納時は約2m、使用時は最大約4mまで伸縮可能な構造【写真2、3】とすることで、現場での機動性と実用性を両立させた。

(2) 必要最小限の水量での効果的な消火

過剰な放水により、建物内部への水損や火災環境悪化などの二次被害を防ぐため、区画制圧特化型伸縮ノズル（以下「開発ノズル」という。）は、放水量を160L/min程度に抑え、放水角度や方向、形状を工夫することで、効率的かつ効果的な消火を目指した。

(3) 死角への対応を可能にする多方向放水

建物内部では構造や家具配置により死角が生じやすく、単一方向からの放水では火点を十分にカバーできない場合があるが、開発ノズルの先端に複数の放水口を設けることで、多方向への同時放水を目指した。

放水方向は、開発ノズルの先端から前方45度、左右、後方45度の3方向、各方向に5つずつ、正面に1つの合計16個の放水口を配置することにした。【図1】さらに、各放水口を対角線上に置くことにより、放水反力が相殺され、無反動ノズルとなり、隊員の安全と負担軽減にも繋がる事が期待される。

(4) 粗粒・直進性を重視した放水形状

燃焼物を水で消火するには、その燃焼実態に直接注水し、冷却することが最も効果的である。水の粒子が細かくなると粒子の表面積が大きくなることから、燃焼実体に水が到達する前に、熱により蒸発してしまい、燃焼実体の冷却に時間がかかる。また粒子が拡散すると、同様に空気抵抗が増加し、有効射程距離が短くなる。このことから、本開発では水の粒子を可能な限り粗く、かつ粒子を収束させて直進性を高め、有効射程距離を長くする放水形状を目指し、一般的な住宅の間取りを十分にカバーできる半径約10mの有効射程となっている。

この放水形状により、熱による水の蒸発を抑制し、燃焼実体への到達効率を高めるとともに、不要な水蒸気の発生を抑えることで、隊員や要救助者の熱傷リスクを低減させる狙いがある。

(5) 開発ノズルの外観および仕様諸元

開発ノズルの外観を【写真1～5】に仕様諸元を【表1】に示す。

開発当初は、2mの2分割【写真6】にし、ねじ込み式で結合する方式をとっていたが、接続に時間がかかり、強度的にも不安があったため、水

圧により自動伸長する二重構造方式を考案した。

また、放水中は水圧によるホースの張りを利用して保持することができるため、より高い位置まで開発ノズルを伸ばし、放水することが可能となった。【写真7～11】

3 模擬家屋による消火実験

(1) 模擬家屋の仕様

間仕切りのあるワンルームを想定した実物大の模擬家屋を制作した。

【図2、写真12】内部に簡易ベッド、2人掛けソファ、机を設置し、壁面には本棚を想定した三段ボックスを設置した。

また、採光用の窓を想定した70cm×20cmの開口部を壁面に設置し、外部からの注水は、その開口部からしかできない想定とした。

【写真13】

(2) 実験方法

ア 部屋の4箇所灯油200ccを染み込ませた布とクリブ材を置き、着火して1分30秒ほど放置して火勢を強くする。

イ 開口部より、(ア)ガンタイプノズル、(イ)ストレートボアノズル、(ウ)開発ノズルの順で放水し、状況を確認する。ただし、各ノズルの放水条件は、以下のとおりである。

(ア) ガンタイプノズル

クアドラフォグノズル

ノズル元圧0.5Mpa

流量：230L/min 30秒放水

(イ) ストレートボアノズル

ボアテックスノズル

ノズル元圧0.3Mpa

流量：500L/min 30秒放水

(ウ) 開発ノズル

ノズル元圧0.3Mpa

流量：120L/min 30秒放水

ウ 実験の様子をビデオカメラ及び熱画像カメラで撮影した。

【図3参照】

(3) 実験結果

着火から約1分30秒経過後の模擬家屋の様子を【写真14】に示す。各ノズルでの放水結果は、以下のとおりである。

ア ガンタイプノズル

放水時の様子を【写真15】に示す。開口部から近い区画は天井へ反射した注水を試みたが、開口部から死角となる間仕切り奥の区画には、水が到達せず消火不可であった。

イ ストレートボアノズル

放水時の様子を【写真16】に示す。火勢を下げる事が出来たが、ガンタイプノズル同様、死角になる箇所の鎮圧には至らず、消火不可であった。

ウ 開発ノズル

放水開始時の様子を【写真17】、放水時の様子を【写真18】に示す。死角となる間仕切り奥を含めた部屋全体に水が注水され、放水開始から20秒程度で概ね消火を確認した。また熱画像カメラ映像より、放水口から多方向かつ直線的に放水された水が壁面に到達し、急速に壁面を冷却していることが分かった。

(4) 実験の考察とまとめ

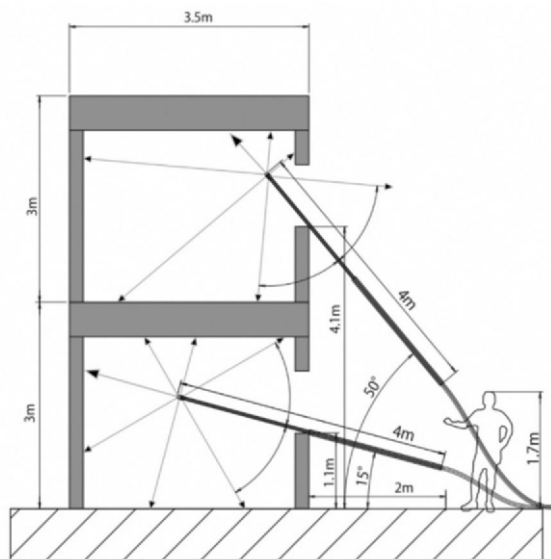
開発ノズルは、最大約4mの長尺ノズルとしたことにより、火災区画から安全な距離を確保しながら燃焼実体へのアプローチを可能にした。

これは隊員の安全性向上に直結する。また、他のノズルと比較して開発ノズルでは、放水量を120L/minと大幅に抑制しながら、多方向かつ直進的な放水により高い消火効果を実現している。

そして、他のノズルが死角となる火点へ注水が届かなかったのに対し、開発ノズルは部屋全体に均等かつ効果的な放水を行い、20秒程度で概ね消火に成功した。これは多方向に設けた放水口と、粗粒・直進性を重視した放水設計の成果であり、限られた水量で最大限の冷却効果を発揮できる点が明確に示された。

多方向への同時放水は、死角対策のみならず、放水反力の相殺効果により、隊員の身体的負担を軽減する利点もある。さらに直進性の高い粗粒放水は、水の蒸発を抑え、熱傷や蒸気被害のリスクを大幅に低減するため、消火活動に従事する隊員や要救助者の安全確保にもつながる。従来のノズルでは生じやすかったプッシュファイヤー現象の回避にも貢献すると考えられ、これは戦術的な観点からも意義深いと言える。

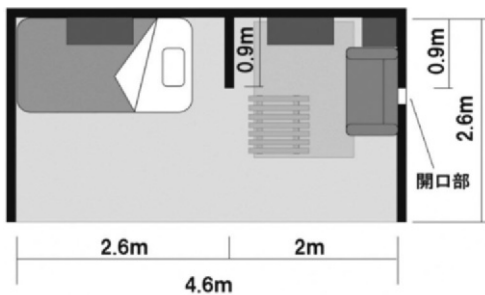
【図 1】 区画制圧特化型伸縮ノズル 使用イメージ



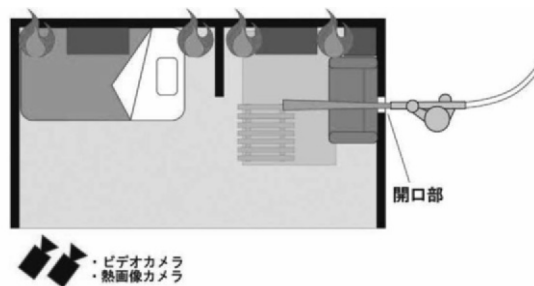
【表 1】 区画制圧特化型伸縮ノズル 仕様諸元

全 長	4, 200 mm (収納時 2, 400 mm)
材 質	本体：アルミニウム／放水口：ステンレス
放水口	16個 (前方45度、側方、後方45度、各5個ずつ／前方1個)
流 量	0.5 Mpa、160 L/min (放水口1つあたり約10 L/min)
有効射程	ノズル先端から半径約10 m
接続口	50 / 40 mm 差込式結合金具
質 量	6 kg

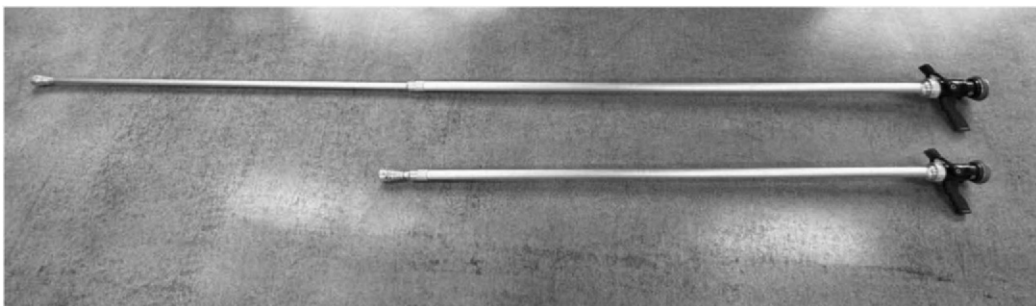
【図 2】 模擬家屋平面図



【図 3】 着火箇所及びカメラ設置場所



【写真1】 区画制圧特化型伸縮ノズル（上：伸長時、下：収納時）



【写真2】 収納時



【写真3】 伸長時（放水時）



【写真4】 放水口



【写真5】 放水時



【写真6】 試作ノズル（分割式）



【写真7】 高さ



【写真8】 2階への放水



【写真9】 梯子を用いての放水



【写真10】ホースを保持しての放水



【写真11】内部放水状況



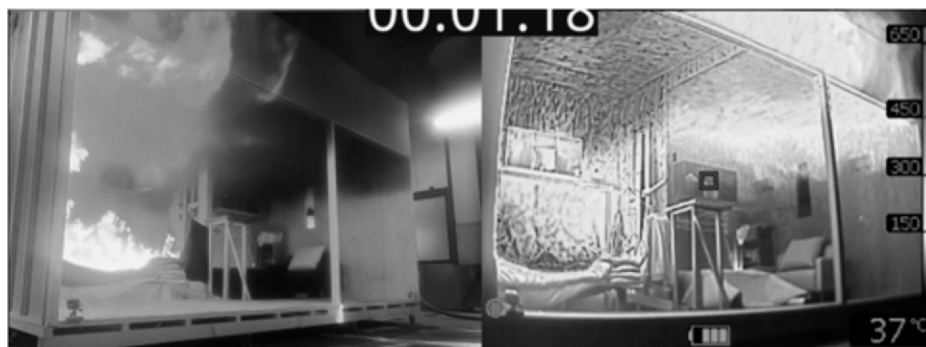
【写真12】模擬家屋正面



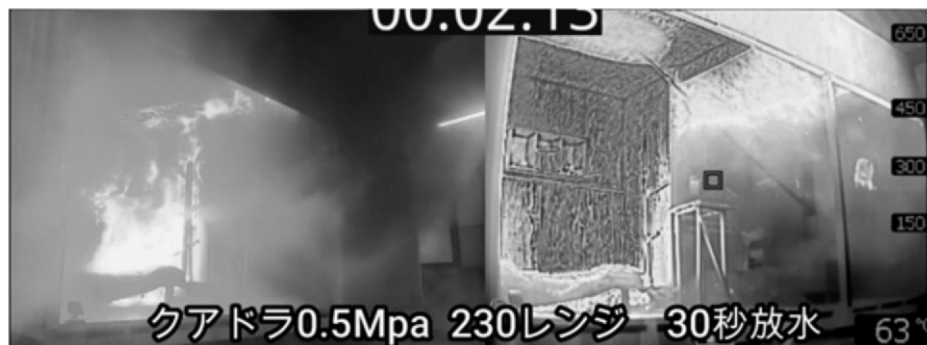
【写真13】開口部（外部）



【写真14】着火後1分30秒



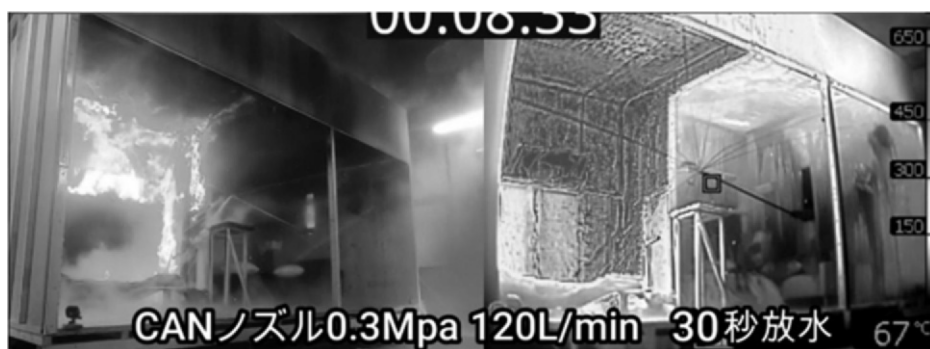
【写真15】ガンタイプノズル放水



【写真16】ストレートボアノズル放水



【写真17】開発ノズル120L/min 放水開始時



【写真18】開発ノズル120L/min 放水中

