

カートリッジ式泡水溶液放水システムの開発について

名古屋市消防局（愛知）

内田 貴之

佐藤 豊大

舟橋 和輝

1 開発の目的

現在、クラスA消火薬剤は冷却効果、浸透効果、窒息効果から木造建物火災において早期から積極的に活用し、木造火災以外にも明確な目的のもと、効果的かつ効率的に活用しているところです。この効果を十分に発揮し、荷重崩落事故、再出火、水損を防止することができます。

小隊活動基準、クラスA消火剤の運用基準でも周知のとおり、CAFSによる泡放水より、泡水溶液放水の方が、より浸透性が高いため、残火処理活動時に有効的です。そのため、高い浸透性を生かした泡水溶液の放水を下命されることになると思います。

今回は残火処理活動時に多用されているバッチ式混合に着眼しました。

バッチ式混合により、泡水溶液を放水することで、高い浸透性を有する泡水溶液が放水されますが、撤収作業時には水槽、配管、ホース及び離脱したホースから排出される泡により、道路等が汚染されるため、泡の処理が必要になります。帰署後も水槽内に残った泡、配管、資機材等の洗浄に多大な時間と、労力が必要となり、再出動が遅れる原因になります。

そこで、水槽、配管の洗浄の必要がなく、資機材、道路等の洗浄を最小限にすることで、撤収作業時間の短縮、作業の省力化を目的とした、カートリッジ式泡水溶液放水システムを開発しました。

2 現状の問題点

泡水溶液を放水する場合

(1) バッチ式混合による放水

ア 水槽上部からクラスA消火剤を投入する作業を伴い、消火栓からの吸水や、補水を受けることで、泡水溶液の混合比が変化するため、水槽単

位での活動になります。水槽が空になった場合、適宜水槽内で泡水溶液を作る必要があります。【写真 1、2、3】

イ 通常の放水から泡水溶液放水へ切換えの際、場合によっては筒先から放水される水を、水損防止の観点から即座に泡水溶液に切換える必要があるため、ホース内の残された水を排水することになります。その際に、大量の水を浪費することになります。

ウ 泡水溶液放水後に、水槽、配管、資機材及び道路等が、泡により汚染されるため、洗浄する必要があります。洗浄をする際に、大量の水を使用することになります。【写真 4、5】

(2) ライン・プロポーションナーによる放水

ア ライン・プロポーションナー、消火薬剤のポリタンクの設定を伴い、消火薬剤のポリタンクの設定位置によっては筒先の転戦が困難になります。

【写真 6】

イ 消火薬剤の吸上げのため、ライン・プロポーションナー入口圧力は 0.7MPa 以上、ノズル口径を 19mm 以上、且つ放水の流量を 440L/分以上に設定します。残火処理活動等の低圧放水では、消火薬剤を吸上げることは困難になります。

3 開発のポイント

前記の問題点解決に向けて、泡水溶液を放水するにあたり、以下を泡水溶液放水システムの開発のポイントにしました。

- (1) 泡水溶液を放水するにあたり、泡水溶液への切換え作業が容易にでき、放水に伴う設定を簡略化することにより、素早く放水する。
- (2) カートリッジ式にすることで、容易にカートリッジを交換することにより、混合比を変化させず、泡水溶液を継続し放水する。
- (3) 配管、ホース内に残る水を排水することなく、泡水溶液放水に有効活用する。
- (4) 泡水溶液放水後、水槽、配管、資機材及び道路等の、泡による汚染を最小限にし、時間短縮、作業を省力化する。
- (5) ホースの取り回しが容易であり、低圧放水でも効果的な泡水溶液を放水する。

4 仕様

- (1) カートリッジの素材は、有効的な放水圧力を得るために、AB管そうの内径43mmより小さめの外径34mm、高さ190mmの硬質塩化ビニル製のパイプを使用します。中に装填する消火薬剤は、界面活性効果を含む洗濯用粉末洗剤を、加水圧縮したものを使用します。【写真7】
- (2) 構造は、外径34mmのパイプに6.5mmの穴を44箇所開け、蓋をパイプの両端に取り付けました。【写真8】

5 使用方法及び効果

- (1) カートリッジ内に界面活性効果を含む洗濯用粉末洗剤を加水圧縮したものを装填します。中に装填する消火薬剤の量により、泡水溶液の濃度を変更することが可能です。AB管そう内（管そうとストップバルブの間）に消火薬剤を入れたカートリッジを装填し、放水します。【写真9、10】
- (2) AB管そう内にカートリッジを装填するため、水槽上部から消火薬剤を投入する作業や、ライン・プロポーションナー、消火薬剤のポリタンクの設定の必要がなくなり、切換えに係る作業を簡略化したことで、素早く泡水溶液を放水することが可能になります。このことにより、筒先やホースの取り回しが容易になり、スムーズな放水活動が可能になります。
- (3) 水槽単位での活動に限られるバッチ式混合と異なり、補水、消火栓からの吸水等、水量の変化に捉われることなく、泡水溶液を継続し放水をすることができます。従来は水損防止、泡水溶液の放水への切換えの迅速性を考慮し、ホースに残された水を排水してから、泡水溶液放水へ切換えていましたが、AB管そう内にカートリッジを装填するため、全ての水を一切排水することなく、泡水溶液の放水に有効活用することができます。また、カートリッジを抜き差しする事により水から泡水溶液、更に泡水溶液から水による放水の切換えが素早くできます。
- (4) 泡水溶液放水後、水槽、配管、資機材、道路等の泡による汚染が最小限になるため、水槽、資機材、道路等、従来洗浄が必要になる箇所を省略することができるので、大量の水を節約すると同時に、作業時間の短縮を図

ることができます。その結果、撤収時間を大幅に早くすることができ、次の災害へ素早く対応することが可能になります。

- (5) C A F S 搭載車の部署位置によらず、すでに配置済みのホースラインを利用し、どの車両（小隊）からも速やかに泡水溶液の放水が可能になります。

6 終わりに

近年、C A F S 搭載車の導入を契機に、クラスA消火薬剤の活躍の場が多くなってきました。残火処理時におけるバッチ式混合を下命されることを考慮すると、全ての消防隊がクラスA消火薬剤を使用する機会があると思います。その時に、ただ使用するだけでなく、幅広い視野を持ち、社会的な影響にも焦点を当て、トータル被害を軽減していく必要があります。

今回、開発したカートリッジ式泡水溶液放水システムが残火処理活動時に全ての隊に方策として取り入れられることで、作業の簡略化、トータル被害の軽減、再出動までの時間の短縮を図ることができます。その結果、市民の生命、身体及び財産を守り、災害による被害の軽減に資すると確信します。

《参考》

基本的に界面活性剤を含むものであれば、水よりも浸透効果が期待でき、浸透性をクラスA消火薬剤と比較しても、浸透速度、浸透面積ともに、クラスA消火薬剤を上回る浸透効果を確認することができました。【別添 浸透状況検証結果】

さらに、泡消火を目的とした消火薬剤でない場合は、特に検定を受ける必要はなく、界面活性剤を含んでいれば、少量でも効果があることを検証から、確認することができました。

※ 日本消防検定協会及び、消火薬剤メーカーにより確認済み。

現状の問題点

【写真1】 水槽上部積載状況



水槽上部から消火薬剤を投入する際、多くの車両上部には資機材が積載してあり、スムーズな消火薬剤の投入は困難です。

【写真2】 消火薬剤投入状況



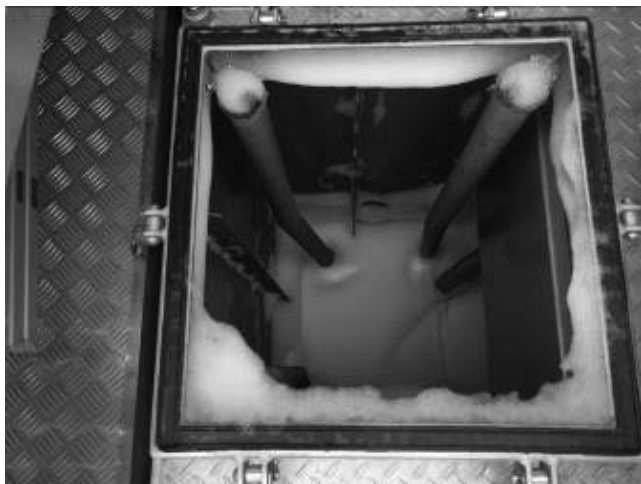
消火薬剤を投入する際、資機材の移動、水槽上部の蓋を外す、消火薬剤の引き上げ等の作業を伴うため、一人での作業は非効率的であるため、複数の隊員で作業する必要があります。

【写真3】 水槽内混合作業



消火薬剤を投入後、消火薬剤と水槽内の水を混合する必要があるため、吸水コックと送水コックを開放します。消火薬剤と水を混合せずに放水すると、泡水溶液にならず、泡に近い状態で放水されます。

【写真4】 水槽内汚染状況



バッチ式混合により泡水溶液放水後、水槽内は大量の泡により汚染されるため、帰署後に洗浄する必要があります。再出動準備を整えるまでに時間を要します。

【写真5】 道路汚染状況



バッチ式混合において泡水溶液を放水した場合、現場、帰署後問わず、泡により道路、資機材等が汚染されます。

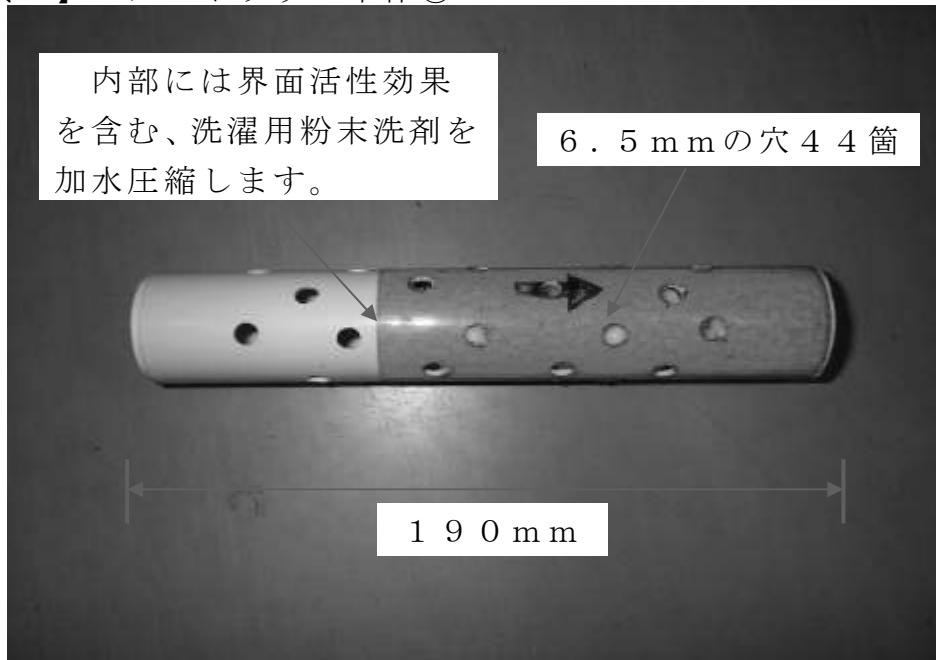
【写真6】 ライン・プロポーショナー設定写真



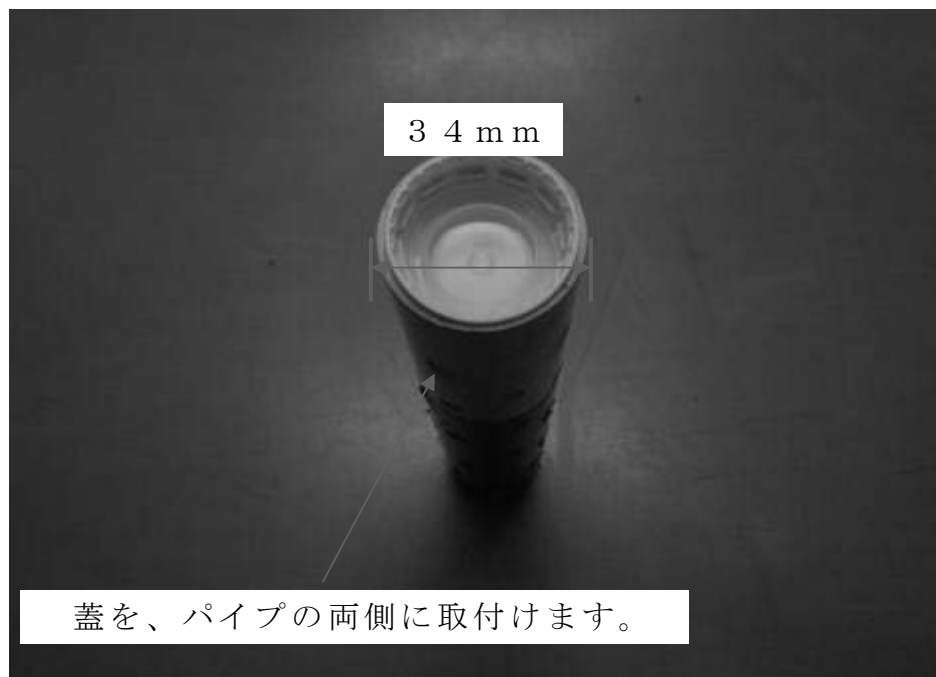
ライン・プロポーショナーによる放水をする場合、ポリタンクの設定を伴い、ライン・プロポーショナーから筒先までのホースの本数に制限がある等、筒先の転戦が困難になります。

仕様

【写真7】 カートリッジ本体①



【写真8】 カートリッジ本体②



カートリッジについては、本体の外径、長さ及び穴の大きさ、数、位置、形状について異なるものを数種類試作し検証した結果、上記仕様によるものが、水溶液の状態、放水射程、放水継続時間において最も効果的であるとの検証結果を得ました。

使用方法



【写真 9】 A B 管そう内への
カートリッジ装填状況①



【写真 10】 A B 管そう内への
カートリッジ装填状況②

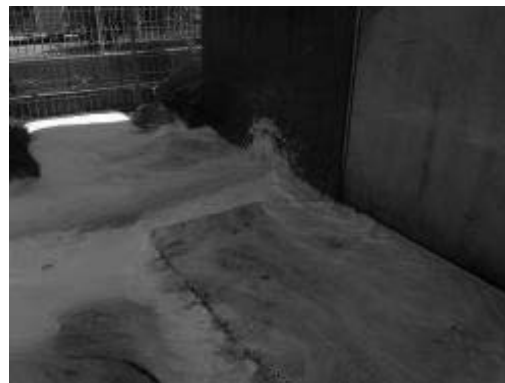
界面活性効果を含む、洗濯用粉末洗剤を加水圧縮したカートリッジを A B 管そう内に装填する事により、すぐに泡水溶液による放水が可能となります。

また、管そうからカートリッジを抜き取る事により泡水溶液による放水の中止、又は水放水への切換えが容易にできます。

効 果



【写真 11】 カートリッジ式泡水溶液
放水システムによる放水状況



【写真 12】 放水された泡水溶液
状況

泡水溶液はバッチ式混合による放水と同程度の泡水溶液を放水することができ、カートリッジ 1 本使用し毎分 1 0 0 ℓ で放水した場合、約 1 0 分間の放水が可能との検証結果でした。これはカートリッジ 2 本でタンク水 1 5 0 0 ℓ に対応可能であり、カートリッジを交換する事によりいくらかでも継続放水することができます。

浸透状況検証結果

それぞれ成分の異なる4種類の薬剤と洗剤を用意しました。それらの薬剤を以下のように希釈し、それぞれの浸透の差について検証しました。

1 実験のために用意した薬剤

- (1) 水
- (2) クラスA消火薬剤 (0.1%)
- (3) 洗濯用粉末洗剤 (0.09%)
- (4) 台所用液体洗剤 (0.1%)

2 各薬剤を浸透検証

右写真のとおり水で希釈した薬剤を木材に滴下し、木材表面から水滴が浸透した時間、それに伴い表面に広がった面積を比較検証しました。

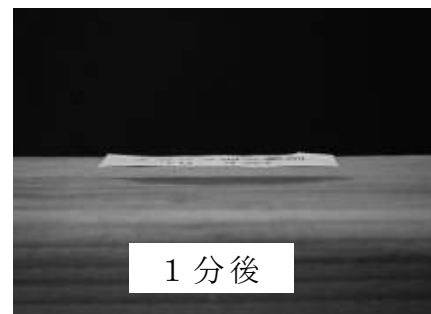
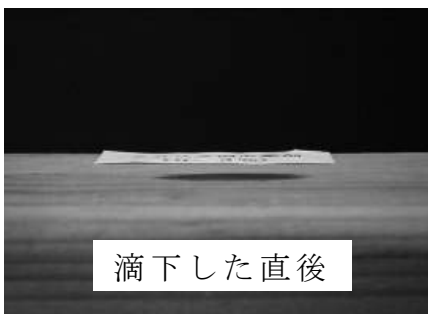


- (1) 水



滴下後若干浸透し広がりましたが、1分後の状態ではまだ水滴が表面に残っています。

- (2) クラスA消火薬剤



滴下後すぐ表面に広がり浸透し、1分後には完全に水滴が無くなっています。

(3) 洗濯用粉末洗剤



滴下後すぐ表面に広がり浸透し、30秒程度で完全に水滴が無くなっています。

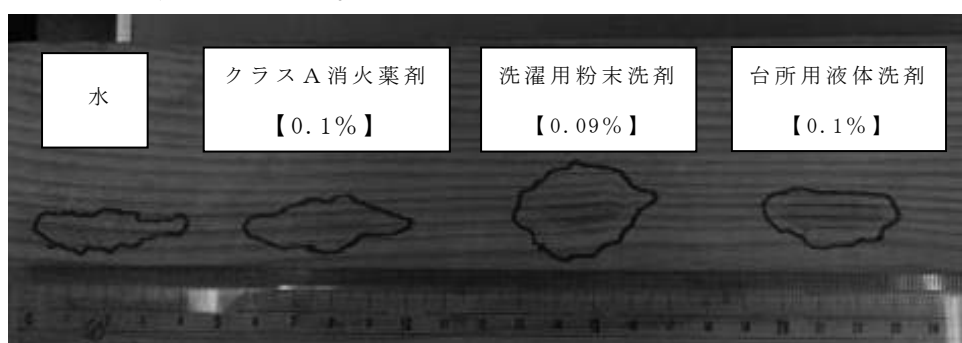
(4) 台所用液体洗剤



滴下後すぐ表面に広がり浸透し、10秒程度で完全に水滴が無くなっています。

3 滴下後の表面積を比較

以上4種類の滴下した薬剤の最大表面積を、わかりやすくマーキングし比較しました。



木材の材質、気温、湿度等によって結果が変化すると思いますが、明らかに洗濯用粉末洗剤の濃度が薄いにも関わらず広範囲に広がっているのがわかります。これは洗剤に含まれる界面活性剤による表面張力の軽減効果があらわれたもので、先程の浸透検証を見ても浸透速度、浸透面積ともにクラスA消火薬剤を上回っており、特に残火処理時における浸透消火において効果的であると思われます。