

消火薬剤の開発に関する研究

(反応型消火薬剤 その3)

川 茂 隆*
渡 辺 昭 一*
堀之内 眺 平**

はじめに

水の有効利用という観点から、無機塩類の複分解反応物利用による増粘効果を利用した消火薬剤の開発を実施してきたところであり、その経過については、すでに、消防科学研究所報12号、13号において報告した通りである。

今回は、試作消火器(所報13号参照)による消火実験を主とし、その結果から改良消火器を製作するとともに、リン酸塩を利用した下記4種についての薬剤についての考察を加え有効消火薬剤を決定した。

1. P-A型

トリポリリン酸ナトリウム }
塩化アルミニウム } 混合物

2. P-F型

トリポリリン酸ナトリウム }
塩化第二鉄 } 混合物

3. *P-M型

トリポリリン酸ナトリウム }
塩化マグネシウム } 混合物

4. P-C型

トリポリリン酸ナトリウム }
塩化カルシウム } 混合物

試作消火器による放射実験

本消火器は薬剤の持つ液反応型という性格から、サイフォン管の径を同径とし、同容量同時吐出すべく、市販消火器を改造した。

本消火器は蓄圧方式とし、構造は写真に示すとおり槽内へ半円筒の塩化ビニル製容器を2本入れ、サイフォン管を二又に分岐した。また肩部のフランジ止めは実験を実施するにあたって薬液の出し入れを簡便にするためのものである。

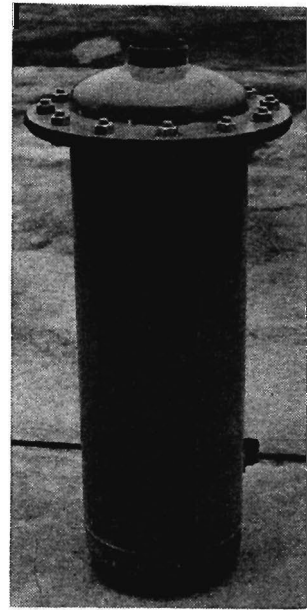
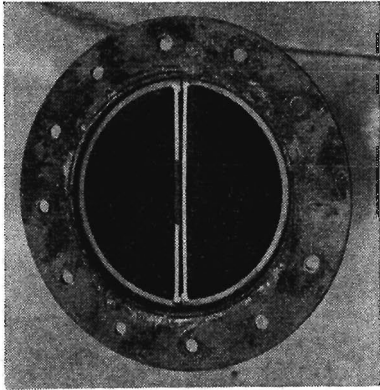


写真-1 本体



写真-2 本体および塩ビ製内筒

* 第二研究室 ** 渋谷消防署



写真—3 内筒槽そう入

本体内部を2槽としなければならず、前回紹介した試作品1, 2号による消火器にて放射時の状態を観察した。

1. 試作品1号

打金ブランジャー操作により、CO₂ポンベの封板を破り、内筒液をCO₂圧力により下部ゴム栓を押し下げ、外筒液と混合反応させ、その沈澱生成物をサイフォン管を通じて外部へ放射する方式であり。

この方式では、全薬剤が圧力源であるCO₂の圧力で混合攪拌し反応物を生成するが、その放射能力はきわめて悪く、附着性も所報12号に示す混合放射装置による生成粘性物に比べ著しく低下した。

まず考えられる理由としては、

- (1) 反応生成物が消火器槽内で強力に攪拌され、水を包含するような結晶の集合が破壊されて粘性の低下をまねく。
- (2) 瞬時に反応はするが、吐出孔であるノズル径が小さいため、消火器槽内に滞留する時間が長い。このことは、放射終了後、かなりの反応生成物が底部に残存していることから伺える。

また残存物による放射ノズルを閉そくする恐れもあり、この方式では使用不適と判断した。

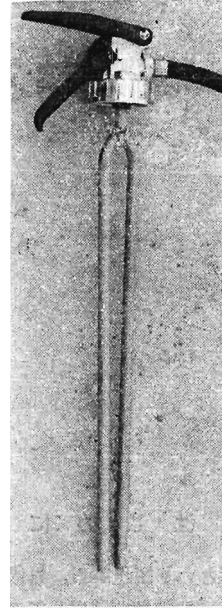
2. 試作品2号

蓄圧方式で二液同時の混合吐出方式であるが、内外筒比が異なるため、従来までの同濃度混合方式と異なり、内筒液濃度が外筒筒より高いため、同径のサイフォン管では等量混合のバランスがくずれ良好な結果が得られなかった。また円筒のサイフォン管の径を理論反応量で算出し製作したが放射時の圧力バランスがくずれ、良好な結果が得られなかった。

以上のような観点から再度試作消火器を製作した。

3. 試作品3号

本消火器は蓄圧方式とし、内蔵圧力は10kg/cm²、薬液は各槽2ℓ、合計4ℓ、放射ノズル口径3mm、放射時間は30秒である。

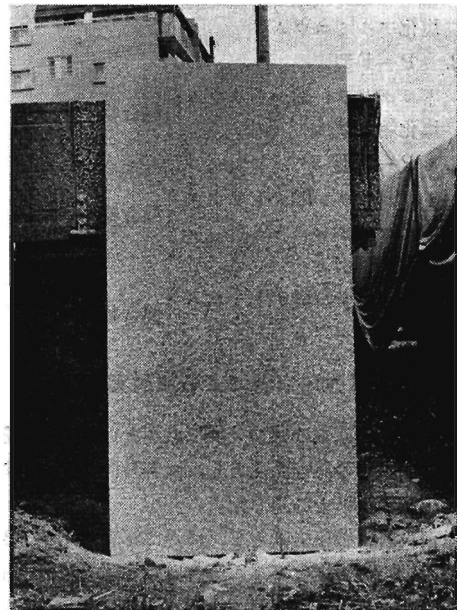


写真—4 二又分岐のサイフォン管

此の消火器を用いて、火災立体模型（消防科学研究所報13号、P31、図3参照）にて消火性能テストを実施した。

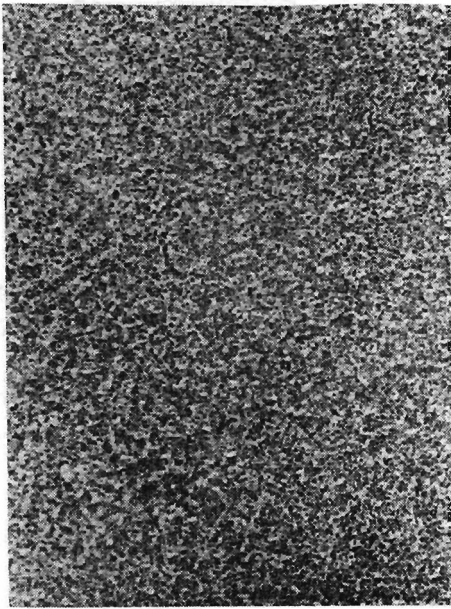
結果はP-A, P-F, P-M, P-C型とも水、強化液に比較し、再燃も起らず良好な結果を示した。

また、本消火薬剤は附着性を特に重視しており、その附着状況を写真5, 6に示す。



写真—5 垂直板に放射した附着薬剤

写真はいずれもラワン合板に、直接消火器より放射したものであり、かなりの圧力で薬剤が激突したにも



写真一六 附着薬剤 (実物大)

かわらず流下する現象は認められず、水分が乾燥するまで此の様な状態を持続する。

また、燃焼中の木材へ直接散布すると表面に層状となって附着し、木材の炭化内部へ徐々に水分が吸収され、白色粉末状となる。その附着状況を写真一七に示す。

薬剤4種のpHについて

消火薬剤は、その用途目的からして毒性、腐蝕性を有しないものが最適であるのは云うまでもない。したがって、その尺度となるものにpH値がある。

pH値とは酸、アルカリ性の度合を示すもので、放射薬剤がどちらかに片よってれば、容器の腐蝕、人体への炎症等が考えられる。そこで、P-A、P-F、P-M、P-C 4種についてpH値を測定した。

P-A pH=2.36

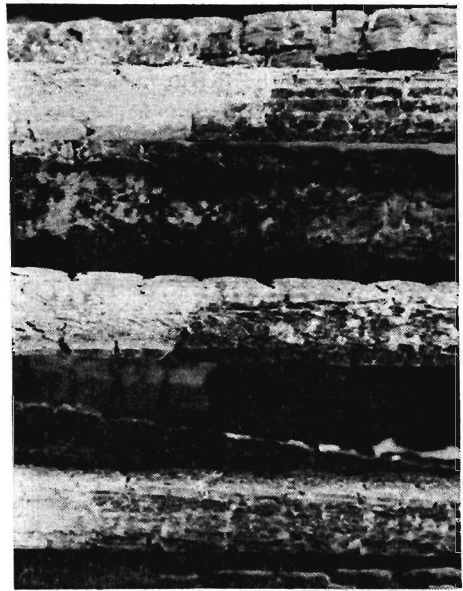
P-F pH=2.20

P-M pH=7.22

P-C pH=7.50

上記の結果から、P-A、P-Fは、非常に強い酸性を有しており、薬剤による金属腐蝕性も大きく、実際の消火実験くり返し時において、混合サイフォン管基部の金属部分がかなり損傷した。此のような金属腐蝕は、消火器のみではライニング等の加工により解決はされるが、放射された金属製品については防御する手だてではなく、また人体に対する炎症防止策も講ぜられない。

この解決策として、種々検討して見たが、使用薬剤である、塩化アルミニウム、塩化第二鉄の水溶液は、



写真一七 燃焼木材に散布した薬剤

共に強度の酸性領域でのみの存在であって、中性に近づける操作をすると水酸化物の沈澱が生じてくる。

これに比較しP-M、P-Cの生成物は中性域の存在であり、その使用はさしつかえないものと思われる。以上のような観点から、P-M、P-Cの2種類が反応型消火薬剤として使用でき得ると判断し、試作消火器による放射実験を試み、他の欠点の究明をはかった。その結果、P-M型はくり返し放射によりノズル内部にスラッジ状の固化物の生成が確認された。これは1、2回程の使用ではあまり問題視する程の量ではないが、数10回の使用ではノズルを閉そくする可能性が出てくると思われる。

したがって、最終的には、トリポリリン酸ナトリウムと塩化カルシウム の混合物であるP-C型がより最適であるとの結論に達した。

なお参考までに使用薬剤の性質を簡単に記述する。

メリポリリン酸ナトリウム

(Penta Sodium tripolyphosphat) $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$

白色結晶性粉末、水に可溶(水100ccにたいし25°Cで14.5g)、水溶液はアルカリ性を示し、10%水溶液ではpHが9前後である。

用途としては、中性(合成)洗剤のビルダーが一番多く、その他金属イオン封鎖剤、食品添加剤等に用いられる。

塩化カルシウム

(Calcium chloride) CaCl_2

白色塊状物質。非常に水分を吸収し易く、空気中に放置しておくと、水分を吸収し泥状となる潮解性物質。

用途としては、乾燥剤、凍結防止剤、食品添加剤等に用いられる。なおこの水溶液は酸性、アルカリ性とどちらの領域でも存在し、pHのコントロールは簡単にできる物質である。

おわりに

本研究は、水の有効利用という観点から、消火性能の向上策としての増粘性液をトリポリリン酸ナトリウムと塩化カルシウム各10%水溶液の複分解反応によって生成するトリポリリン酸カルシウムの微細な結晶を懸濁液（泥状）にして吐出するもので、無機化合物のみによって構成されるものである。

現在までの研究から、その長短所を簡単に列記する。

長所

1. 水分の含有量が90%であるため、水の冷却効果が期待できる。
2. 附着性が良好なため、燃焼物体の表面をおおい

密閉（窒息）作用がある。

3. 大部分が防着するため上記1, 2の効果が長時間保持できる。
4. 特に立体構造物にたいしては有効である。
5. 流下がないため少量で消火できる。
6. 防燃的要素を持つリン酸塩を使用しているところから未反応物による抑制効果が期待できる。

短所

1. 2液として使用するため、消火器等を使用する場合、内部を2槽とするため放射器具等の構造が複雑化する。
2. 消火器に充填した場合、2槽式のため、転倒等により、内部薬液が混合した時には、使用不能となる。

以上、研究目的である附着性消火薬剤の開発は、一応の目的達成ができたので使用法の検討を実施する予定である。

表4 熱遮断実験結果

点火後経過時間 (分:秒)	ふく射計受熱量 (kcal/m ² h)	
	自動水幕装置側	固定水幕装置側
2:30	10377	—
3:50	—	2358(放水)
4:00	—	5283
4:20	—	2358(放水)
4:45	5975	—
4:50	—	5660
4:55	最高 5346 (放水) 最低 4403	—
5:20		2138(放水)
5:30	5189	—
5:45	—	5189
5:50	最高 4701 (放水) 最低 4245	—
6:15		—
6:20	5031	1981(放水)
6:40	—	4874
6:43 } (7:10) } 9:50	最高 4276 (放水) 最低 2389	1981(放水)
10:10	—	3145
10:20	2987	—
21:20	1415	—
21:26 } 21:30	最高 1335 (放水) 最低 1022	—
		—
23:40	1226	—
23:50 } 27:26	最高 1148 (放水) 最低 833	—
		—
27:30	1022	—
28:40	—	1179
29:00 } 30:50	最高 905 (放水) 最低 761	959
		864
31:30	—	959

- ※ 気象 天候, 晴, 気温29.5℃, 湿度52%
- 風向, 風速南東, 東南東 3 m/s~3.5m/s
- ※ 使用した輻射計 東京精工 REⅢ型

は燃焼物体, 延焼危険建物または避難する人に直接注水するか, 水噴霧粒子を散水させ, 冷却効果を得るような防ぎょ方法で活用する方が有利であると思われる。