

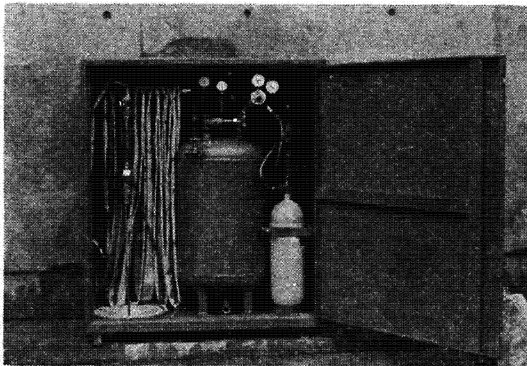
東消式高発泡消火栓装置の開発について

大 内 茂**
 小 林 芳 二 郎*
 島 光 男*
 松 本 光 司*

1. は し が き

消防機械装備の近代化の一環として各種の発泡機の研究開発を行ってきたが、東消式発泡器等の開発実用化にともなって、界面活性剤系の高膨張泡を簡単に発泡することが可能になった。今度、この東消式発泡器を消防隊用の装備だけでなく、一般の消防用設備にも広く活用し、化学消火の合理をはかる目的で危険物施設、建築物、駐車場、船舶等に消防用設備として設置する高発泡消火栓装置の研究開発をすすめてきたところ、試作実験の結果、所期の性能が得られ実用性があると考えられるのでその概要を報告する。

写真 第1 東消式高発泡消火栓装置(200 l型)



2. 構造, 諸 元

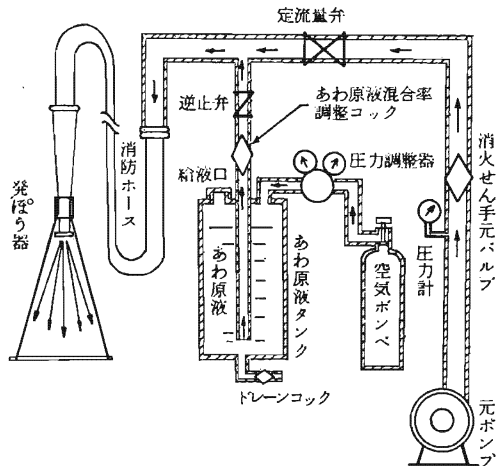
(1) 構造の概要

この消火栓装置の構造の概略は第1図のとおりで、発泡器、消防ホース、泡原液タンク、泡原液圧送用空気ポンプ、泡原液混合率調整弁、定流量弁、消火栓手元バルブ等により構成しこれを消火栓ボックス内に組込んだものである。

この装置の原理は、元ポンプから発泡器に水を圧送する主導水管に分岐管を設けて、界面活性剤系の高膨張泡原液(活性剤濃度20%)を入れたタンクを給合し

空気圧をかけて泡原液と水との混合(混合比率1.5~2%)を行ない、発泡剤の混入した発泡溶液(活性剤濃度0.3~0.4%)をノズルから放射し、発泡ネットに

第1図 東消式高発泡消火栓装置の構造概略図



第1表 試作消火栓装置200 l型の諸元

ノズル放水量 (ノズル圧力, 展開角)	200 l / 分(2.7kg/cm, 34°)
発泡ネット直径(有効直径)	360mm (300mm)
発泡剤原液	界面活性剤系高膨張泡剤
発泡剤水溶液の原液混合率	1.5~2.0%
発泡剤原液タンク容量	約70 l (内径400高さ680)
発泡剤有効発泡原液量	60 l
発泡剤原液圧送用 空気ポンプ容量	8 l, 150kg/cm ²
発 泡 量	30~40 m ³ / 分
発 泡 倍 率	1倍から150~200倍(可変)
発 泡 可 能 時 間	15分以上
発 泡 時 の 射 程	5~15m

**第三研究室長 *第三研究室

より高膨張泡が発生するのである。

この装置の操作する要領については、普通の放水をするだけで発泡しない場合には、一般の屋内消火栓の取扱操作と同じであるが、発泡する場合には消火栓手元バルブと空気ポンペの両方の開放操作を行なうのである。本考案では消火栓手元バルブと空気ポンペのバルブを別々に手動でも操作でき、また、両方のバルブを電磁弁等により連動でも操作できるようになっている。

(2) 各部の構造、特性

この装置に使う発泡器は従来からのたん白質泡用の低発泡ノズルでなく、すでに消防隊用に使われている東消式発泡器を小型化したものである。この発泡器は消火栓ボックス内に収納できるように特別に設計したもので、長さ250mmの40ミリ管そうを用い、その先端にネジ込式のアダプター、200 l型可変式噴霧ノズル、直径360mmの発泡ネットが取付けられている。

泡原液の混合装置は、サイフォン管をもった泡原液充てん用圧力タンクと高圧空気ポンペを主体に構成されており、サイフォン管より主導水管に泡原液が圧入される部分に泡原液の混合率を調整する弁を設けておき、タンクに泡原液を入れて、タンク内に5 kg/cm²程度の空気圧をかけると主導水管の水圧2.7kg/cm²~3.7 kg/cm²(定流量弁の出口圧力)との差圧によって、ノズルからの放水量に対して1.5~2%の割合で主導水管を通る水に混入されるのである。タンクに圧入する空気は、タンク内の泡原液を規定の圧力で全部排出できる容量が必要であり、試作した装置では容量8 l、圧力150kg/cm²の呼吸保護器用の空気ポンペを使い、圧力調整器をつけてタンク内に加圧するときの圧力を一定に保つようにした。

泡原液タンクの容量は、この装置によって何分間発泡できればよいかによって決定するのであるが、試作した装置では200 l型の変可ノズルを使ったので、タンク容量を約70 l(有効発泡原液量60 l)に設計し、発泡可能時間を一般の屋内消火栓等と同じ15分間できるようにした。なお、この装置の安全性を確保するために泡原液タンクには圧力10kg/cm²以上で作動する安全弁が取付けてある。

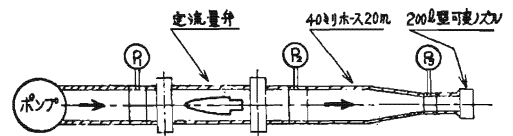
定流量弁の役目は消火栓手元バルブより消防ホースの結合部に配管されている主導水管に流れる水の流量を一定にして泡原液の混合率が変らないようにすると同時に発泡器ノズルの発泡液放射量を最良の発泡条件にするためのものである。定流量弁の構造、動作は内径50mmの管内に砲弾状の弁とバネを組合せたものが水の流線方向に装置してあり、入口側の圧力が上昇すると弁が押されて管内の通水路が小さくなる方向に作用し

て流量を一定に保つのである。

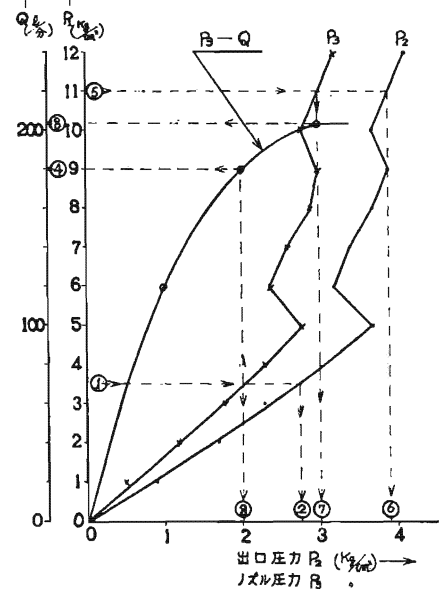
(3) 定流量弁の特性

定流量弁の特性を実験によって調べた結果は第2図のとおりである。定流量弁の入口圧力を P_1 、定流量弁の出口圧力を P_2 、ノズル圧力を P_3 とすれば、入口圧力 P_1 を0~12kg/cm²まで変化させると P_1 が5 kg/cm²になったとき定流量弁が作動しはじめ、 $P_1=5$ kg/cm²で $P_2=3.7$ kg/cm²、さらに P_1 を11kg/cm²まで上げてても出口圧力 P_2 を3.9kg/cm²以下に保つことができる。したがって、入口圧力 P_1 が3.5kg/cm²以上11kg/cm²の範囲に大巾に変動してもノズル圧力 P_3 は2 kg/cm²から3 kg/cm²の範囲に保たれるので、放水量 Q は180 l/分~204 l/分、すなわち、定流量弁の入口圧力 P_1 が3.5kg/cm²以上になるようにしておけばノズルの放水量を200 l/分±10%の範囲に常に保つことができるのである。

第2図 定流量弁の特性 (200 l型)



放水量	入口圧力 P_1 (kg/cm ²)	出口圧力 P_2 (kg/cm ²)	ノズル圧力 P_3 (kg/cm ²)	放水量 Q (l/分)
①	3.5	② 2.75	③ 2.0	④ 180
⑤	11.0	⑥ 3.9	⑦ 3.0	⑧ 204



3. 特徴

この装置の特徴、能力を説明するために、まず、既存の泡消火栓によって界面活性剤系の泡剤を使う場合の問題点を述べると、既存の泡消火栓はたん白質泡剤を用いて発泡させるように作られているために、発泡器としては衝突流式の発泡ノズル(泡管そう)であり、

泡原液の混合装置にプレッシャープロポーションナー方式を使っていることである。すなわち、既存の泡消火栓の構造を変更しないで界面活性剤系の高膨張泡剤に入れ替えた場合には、放水量に対して10倍程度の発泡倍率の一般に低発泡といわれるものしか発泡できない。また、泡原液混合装置としてベンチュリー管による吸引およびタンク内の泡原液に直接水圧をかけるプレッシャープロポーションナー方式によるものを使って、泡原液タンク内に界面活性剤系の高膨張泡剤を入れて行なうと、泡原液量が消費されるのにしたがって水で希釈され、常に規定濃度の発泡溶液が発泡ノズルから放射されないために10倍以下の低発泡の範囲では許容される程度の泡が得られたとしても高膨張泡を効率よく発生することは不可能である。以上の点などに着目し、その解決策として本考案による装置を開発したものである。

東消式高発泡消火栓装置の特徴については次のとおりである。

発泡器の部分については、東消式発泡器を採用し、可変ノズルの展開角を変えるだけで低発泡から高発泡まで自由に出来る型式のものであり、試作器の設計にあたり特に工夫した点は、発泡器の管さう部にノズルが結合されたままステーと発泡ネットだけを取りはずせるようにし、発泡を必要としない場合の放水作業がしやすいようにした。

泡原液の混合部には、ベンチュリー管等の絞り部分を設けないので送水による圧力損失が少なく、また、泡原液を主導水管に押し出す方法として空気圧による方式を採用したので、主導水管を流れる水圧の一部を利用して泡原液に直接水圧をかける方法のように泡原液が希釈される心配がまったくなく、泡原液を効率よく発泡させることが可能である。

その他新たに採用した部分には、配管中に定流量弁を設けたことで、これは各部の構造のところでも述べた役目をするもののほか、実際に消火設備として設置される場合に重要なことである。たとえば、この消火栓装置が同一ポンプによる系統に他の消火設備と並列に設備された場合、他の消火設備等の開閉操作によって元ポンプの圧力が変動しても、これらに影響されず常に安定した発泡を可能にするものである。

泡剤の保存性については、界面活性剤系の泡剤の方がたん白質泡剤のように老化する心配がないので、タンク内に貯蔵する場合には保守管理が容易である。

4. 発泡能力

発泡能力については、本考案の東消式高発泡消火栓装置(A)と既存の泡消火栓装置(B)の発泡能力を同一条件

のもとに比較してみると第2、第3表のとおりである。

第2表は既存の泡消火栓の一例として、発泡ノズル放水量200 l/分、使用泡原液量90 l、発泡可能時間15分のものを基準にした発泡能力表である。

第2表 発泡能力表
(泡原液量90 l、ノズル放水量200 l/分の場合)

	(A)	(B)	(A) (B) の(A) 能力比率(B)
毎分発泡量	30 m ³	2 m ³	15 倍
全発泡量	675 m ³	30 m ³	22.5倍
発泡可能時間	22.5分	15分	1.5倍

第2表の発泡能力表の根拠は次のとおりである。

(1) 東消式高発泡消火栓装置(A)について

ノズル圧力 2.7kg/cm²、放水量 200 l/分、噴霧放水角度 34°~45°で発泡実験を行なって発泡量を実測した結果、毎分当りの発泡量は30~40 m³/分である。発泡倍率 R は、放水量 Q_N=200 l/分、毎分当りの発泡量 F = 30 m³/分とすると、発泡倍率 $R = \frac{F \times 10^3}{Q_N} = \frac{30 \times 10^3}{200} = 150$ 倍、発泡量 F = 40 m³/分とすると、発泡倍率 R = 200 倍、すなわち、ノズルから放水された発泡溶液量の150倍から200倍の高膨張泡が発生する。内容積100 lの泡原液タンクに充てんした有効発泡原液量90 lによる発泡可能時間 T (分) および全発泡量 F_t (m³) は有効発泡原液量 = q (l)、泡原液の混合比率 C = 2%、放水量 = Q_N (l/分)、毎分当りの発泡量 F = 30 m³/分とすると

$$T = \frac{q \times 100}{Q_N \times C} = \frac{90 \times 100}{200 \times 2} = 22 \text{分} 30 \text{秒}$$

$$F_t = F \times T = 30 \times 22.5 = 675 \text{ m}^3$$

以上のとおり東消式高発泡消火栓装置では、使用泡原液量90 lの場合、約22分間発泡が可能であり、約675 m³の高膨張泡を発生することができる。なお、この発泡器による射程は最大約15m得られる。

(2) 既存の泡消火栓装置(B)について

計算の条件としては、泡原液のたん白質泡剤または界面活性剤系の高膨張泡剤のいずれを使った場合にも従来から使われている低発泡ノズルによって得られる泡の最高倍率 R は約10倍程度である。前述の東消式高発泡消火栓装置の場合と同じ内容積の泡原液タンクを用い、有効発泡原液量 q = 90 l とする。泡原液は普通使われている3%型すなわち、混合比率 C = 3%のものとする。

毎分当りの発泡量 F は、

$$F = Q_N \times R = 200 \times 10 = 2000 \text{ (m}^3\text{)}$$

発泡可能時間は

$$T = \frac{q \times 100}{Q_N \times c} = \frac{90 \times 100}{200 \times 3} = 15(\text{分})$$

全発泡量 $F_s = F \times T = 2 \times 15 = 30(\text{m}^3)$

すなわち、既存の200型泡消火栓装置では、使用泡原液量90 l の場合、全発泡量30 m³、発泡可能時間15分である。

次に今度試作した高発泡消火栓装置の泡原液タンク容量70 l (有効発泡原液量60 l) を基準にして同様の方法でA・B両者の発泡能力を算出した結果について示すと第3表のとおりである。

第3表 発泡能力表
(泡原液量60 l, ノズル放水量200 l/分の場合)

	(A)	(B)	(A) (B) の 能力比率 $\frac{(A)}{(B)}$
毎分発泡量	30 m ³	2 m ³	15 倍
全発泡量	450 m ³	20 m ³	22.5倍
発泡可能時間	15分	10分	1.5倍

以上のことを総合してこれらの装置の能力を推察すると、界面活性剤系の高膨張泡剤を使って発泡した泡の消火能力については、発泡倍率10倍の泡と発泡倍率

150~250倍の泡を使い同一の条件で油面火災消火実験を行なって両者の消火能力を比較した結果からみると、倍率が高くても発泡量を多く出せる方が、倍率の低い発泡量の少ないものより、発泡器の総合消火能力は大である。ここでは、泡量を同一の条件として算出すると、発泡倍率10倍の泡の消火能力1に対し、発泡倍率150~250倍の泡の消火能力はおよそ $\frac{1}{4}$ である。この数値と第2表または第3表の数値からA・B両装置の消火能力の差異を算出してみると $22.5 \times \frac{1}{4} = 5.6$ すなわち、本考案の泡消火栓装置の能力は同一容量の既存の泡消火栓の能力の約5~6倍に匹敵するものである。したがって、この装置の実用的効果は非常に大である。

5. む す び

高膨張泡による消火設備の問題は、研究機関、メーカー等の各方面で研究開発が進められており、装置に関する研究の結果が発表されている。将来、実用化に係る検討がなされ見通しもかなり明るいものと思われる。本考案による装置の研究成果が消防用設備の近代化の一環として反映されることを期待するものである。
(文責 島)