

# 高発泡装置による発泡要因について (第1報)

島 光 男\*  
松 本 光 司\*

## 1. は し が き

高膨張泡による消火装置および消防隊用の発泡機器に関する研究については、この数年の間にめざましい発展を示している。当研究所で高膨張泡による消火の問題がとりあげられ、発泡機や発泡剤の研究が始められたのは昭和39年度からで、6年を経過した現在では、高発泡車をはじめ、各種の発泡機が消防用装備機器として実用化されている。これらの研究の過程において当研究所試作の発泡機、外国製発泡機、消防機器メーカーが試作したもの等の発泡性能について一連の実験を行ってきた。

発泡機の最初のねらいは、できるだけ高い倍率で膨張させた泡を大量に出せることが目標であったが、実用化に当り、発泡機の運用に適した機構および泡剤等の問題を総合的に開発する立場で研究が進められ、特に泡による消火効果を確認するには、実火災に近い火災の消火実験も行なってきた。

発泡要因を究明するためには、発泡機構自体は簡単なものであっても発泡条件に複雑な要素が多くあり、

これを実用型の発泡機で詳細にわたり調べることは、研究の成果に対する経済効率からみて不利であるから、小型発泡装置による実験を並行して行ない、その結果を実用機に応用する方向で研究をすすめてきた。

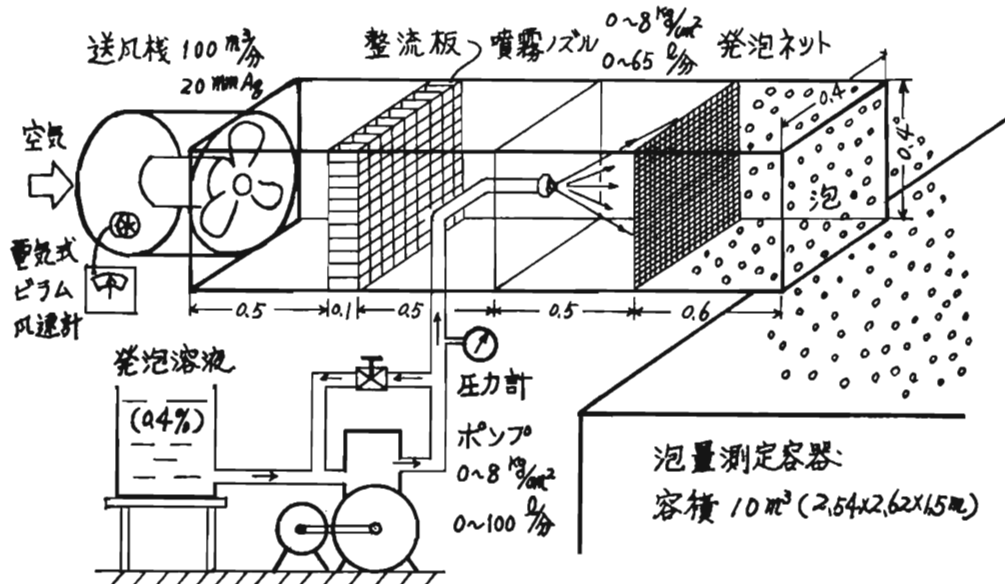
最近では、泡剤も初期のものと比較して全般にわたり非常に改善され、性能のよい泡剤が開発されており、泡による消火の方法としても、東消式発泡器等の開発により、高発泡にこだわることなく、高、中、低の倍率の泡を消火の対象となる火災の様相に応じて幅広く使うようになってきた。

このように発泡機と泡剤の変遷にともなって、いろいろな研究実験を行ない問題点を順次解決してきたが、各種機器の発泡要因に共通する基礎的な問題である発泡ネットの発泡特性について実験した結果と、現在までに実験した各種発泡機器を機構別に分類し、その発泡性能を系統的に分析した結果について概要を報告する。

## 2. 実験の概要

実験の目的は、発泡ネットの種類(網目の大きさ、

第1図 高発泡実験装置



※ 第三研究室

数)形状,材質および発泡ネットに対する発泡液の噴霧量,送風量等と発泡量,発泡倍率,空気効率等の関係について実験し,その結果を発泡機の研究試作ならびに運用上などの資料とするものである。実験には第1図に示す装置を使い,網目の異なる14種類の平形繊維ネットについて当研究所開発のAT型泡剤に対する発泡特性を調べた。

### 3. 実験の装置と方法

#### (1) 実験の装置

実験装置は第1図に示すような矩形断面(0.4×0.4m)で,長さ約2.2mの風筒内に発泡ネット,噴霧ヘッド,整流板,送風機を組込んだ構造のものである。送風機は回転数を可変できる整流子モーターを使い,その電圧を調整することによって風量を変えられるようにした。噴霧ヘッドに発泡液を圧送する装置は,ギヤーポンプを用い,吐出側分岐管のバルブによって圧力を調整できるようにした。発泡した泡の計量には,約10m<sup>3</sup>の容器を設置し,その上部から泡を入れるようにした。

#### (2) 実験の方法

この実験のために集めたネットは,写真第1に示す14種類の繊維ネットで,平形,段形,四角錐形,V型のネット形状について実験する計画であるが,今回は12種の平形ネットの場合について実験データをとった。

ネットに対する送風量,風速は,送風機の吸気側に電気式ピラム風速計を取付け,発泡前の風速計の読みを3,5,6,7,8m/S一定にし,その後,発泡中には送風機の回転数を調整することなく,発泡中の風速計の読みを記録する方法で行なった。したがって,実験結果表の風速は,きりのよい数字になっていない。

ネットに対する発泡液の放射は,圧力0~8kg/cm<sup>2</sup>で放水量0~65l/Sの噴霧ヘッドを用い,圧力を調整してネットに当たる噴霧放水量26,30,38,44,47l/分,噴霧放水密度(ネット面積1m<sup>2</sup>当りの放水量)を162,187,238,275,294l/m<sup>2</sup>分とした。発泡溶液は,活性剤濃度20%の発泡剤(東消AT型)を全水量に対して2%の割合で混合し,濃度の0.4%の溶液をタンク内に作り,これをギヤーポンプで吸引圧送するようにした。

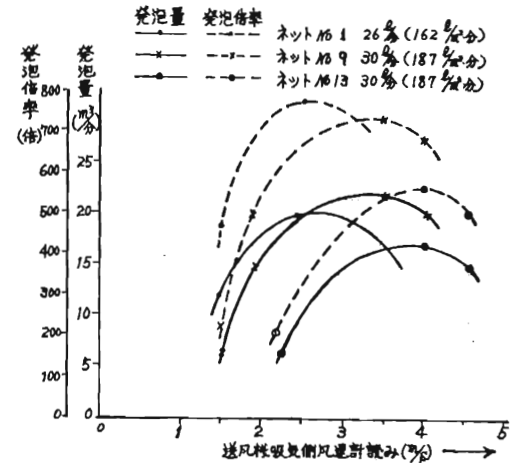
発泡量は容積10m<sup>3</sup>(2.5×2.6×1.5m)の容器に満泡するまでの時間を計測し,発泡倍率は噴霧ヘッドから放出した発泡液量に対する発泡量の比で算出した。発泡ネット部で発泡しないまま流下する液量については,そのつど計量したが,放水量に比較して少ない量

であったから,これを差引かない数値で整理した。

### 4. 実験の結果

実験の結果は,第1表の各種ネットと発泡量,発泡倍率の関係に示すとおりである。これは延120回にわたる実験の結果からその最高発泡条件を抜すいたものである。第2図は,実験したネットの中で発泡状態の良いネットNo.1,9,13の発泡特性である。

第2図 平形繊維ネットの発泡特性(噴霧流量一定)



#### (1) 東消AT型泡剤に対する発泡状態の良い条件

##### (ア) 発泡ネット

- ネットNo.1. 孔の直径1.5mm, 孔のピッチ(孔の中心間の巨離)2.5~3mmの亀甲織(綿)のもの
- ネットNo.9. 化繊を使った長方形網目の特殊布地, メッシュが縦1cmに7目(横糸は編んだ糸)横1cmに4目(縦糸は単糸)
- ネットNo.13. メッシュが縦横1cmに7目の平織かや地(綿)の2枚重ね

##### (イ) 風速

送風機吸気側の風速計の読みがネットNo.1は,2.5~3m/S, ネットNo.9は3~3.5m/S, ネットNo.13は4m/Sであった。

##### (ウ) 噴霧放水量

ネットNo.1は,噴霧ノズルの放水量26l/分,ネット面に対する噴霧放水密度(ネット1m<sup>2</sup>当り,1分間当りの放水量)162l/m<sup>2</sup>分, ネットNo.9, No.13は,噴霧放水量30l/分,噴霧放水密度187l/m<sup>2</sup>分である。

#### (2) ネットの発泡特性と実用型発泡機の関係

この実験によって得られたネットの発泡特性と実用型高発泡機の特性とを比較すると次のような関係になる。比較的発泡性能の良いNo.1, No.9, No.13のネット

第1表 各種ネットと発泡量、発泡倍率（最高）の関係（AT型泡剤）

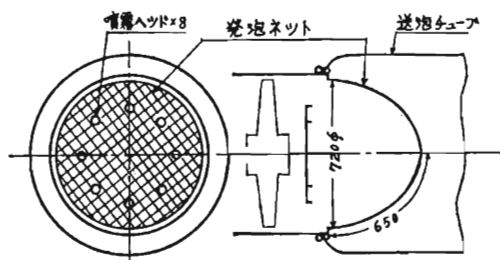
ネット 種別	送風機 側速 風速	ノズル 圧力	噴霧 密度	最高発泡量		送風機 側速 風速	ノズル 圧力	噴霧 密度	最高発泡倍率	
				発泡量	順位				発速倍率	順位
No.	m/S	kg/cm <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup> 分	m <sup>3</sup> /分		m/S	kg/cm <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup> 分	倍	
1	2.5	1.5	162	20.0	2	2.5	1.5	162	770	1
2	2.9	1.5 2.0	162 187	9.4	10	1.3	1.5	162	334	11
3	3.3	1.5	162	9.3	11	3.3	1.5	162	354	10
4	2.2	1.5	162	14.3	5	2.2	1.5	162	550	4
5	2.1	1.5	162	12.2	8	2.1	1.5	162	471	6
6	2.5	1.5	162	14.0	6	2.5	1.5	162	538	5
9	3.5	1.5 2.0	162 187	22.2	1	3.5	2.0	187	740	2
10	3.5	1.5 3.0	162 238	17.1	4	3.5	2.0	187	450	7
11	2.5	1.5	162	9.7	9	2.5	1.5	162	372	9
13	4.0	2.0	187	17.1	3	3.5 4.0	1.5 2.0	162 187	640 570	3
14	2.9	4.5	294	13.6	7	2.1 3.3	1.5 1.5	162 162	444 444	8

(注) ネットNo.7は、網目が粗いため、発泡状態悪い。データ省略

ネットNo.8, No.12は、網目が粗すぎるため、発泡状態悪い見込実験データとらない。

のうちNo1 ネットは、強制送風式の可搬式高発泡機の発泡ネットとして実用配置されているものである。この実用型発泡機のネット形状、面積、噴霧ヘッドは、第3図に示すとおりであって、AT型泡剤に対する発泡実験の結果からみると、噴霧放水量が240 l/分のところに発泡量特性のピークがあり、ネット面積1 m<sup>2</sup>当りの噴霧放水量(噴霧放水密度)を計算すると218 l/m<sup>2</sup>分になる。

このことは、小型発泡実験装置によって得られたNo.1 ネットの適正噴霧放水密度 160~180 l/m<sup>2</sup>分の20~30%増しの水量が可搬式高発泡機の適正放水量であることになる。発泡特性のピークにこのような差異を生ずる理由を推察すると、小型発泡実験装置の平型ネットに1個の噴霧ヘッドで放水するのに対し、半球型ネット第3図 可搬式高発泡機の発泡ネット及び噴霧ヘッド



ットに8個の噴霧ヘッドを並列に使うって放水する可搬式高発泡機の場合には、ネット面で噴霧が重なり合うことになるので、発泡量、発泡倍率のピークが噴霧量の多い方へ移動するものと思われる。以上のとおり、ネットの発泡特性を把握することは、実用機の設計、製作運用等に密接に関係することであって、今後の機器開発にも重要な資料となるものである。

### (3) 発泡性能の分析

第2表は、現在までの研究開発の過程において取り扱った各種発泡機器について機構、性能、特性等の概略を把握し、機器全般にわたる分析をするために、これらを発泡機構の系統別に分類整理したものである。

たとえば、この表における機種Aと機種Eの発泡性能について考察してみると、発泡ネットの種類、泡剤ともに同一の条件において、ネット1 m<sup>2</sup>当りの最高発泡量が、機種Aでは125 m<sup>3</sup>/分、機種Eでは123 m<sup>3</sup>/分である。すなわち、機種Eの実用機では、ネット形状が半球型である点で機種Aと異なるが、発泡量からみた場合、最も良好な性能が得られていることになる。

強制送風機構をもたない自吸式の発泡器である機種Mの場合についてみると、ネット面積に対する発泡量が他の機種に比較して非常に多いのが特徴である。しかし、噴霧放水量も強制送風式のものよりかなり多くなっている。

## 5. 結 論

この実験装置の強制送風式による発泡条件で、東消AT型泡剤に対する各種ネットの発泡特性を調べた結果では、発泡ネットNo.1, No.9, No.13が比較的発泡状態が良いものであった。No.1ネットは可搬式発泡機

(永田町配置)に、No.13ネットは手びき車載搬送式の発泡機(麻布署配置)にそれぞれ実用されているものである。

ネットには発泡に適正な網目密度、構造、材質等があるから性能の良いものを選んで使うことが必要である。一般に強制送風式の場合にはネットの網目が粗い

第2表 発泡機の機種別性能分析表

発泡機器型式	取扱搬送	機種 略号	強制送風機構 (駆動出力)	発泡ネット			
				形状	材質	断面	
固定式	屋内に固定	A	モーター駆動ファン付 (0.4KW)	平 段	織 維 スチール	400□	
車載固定	車両にぎ装	B	エンジン駆動ファン付 (24PS)	段	スチール	1114φ	
可           搬	車載曳行	ホースカータイプ	C	モーター駆動ファン付 (1.5kW)	平	織 維	1000φ
		のものにぎ装	D	エンジン駆動ファン付 (7~15PS)	平	"	2500φ
		積 載・手 持	E	(7PS)"	半 球	"	730φ
	手 持	4 人	F	(7PS)"	段	"	910□
		2 人	G	空気の供給をうける	半 球	"	730φ
		2 人	H	"	円 錐	"	400φ
		2 人	I	ウォーターモーター駆 動ファン付	段	スチール	558□
		1 人	J	自吸式(ファンなし)	四角錐	織 維	400□
		1 人	K	"	段	"	345φ
		1 ~ 2 人	L	"	円 錐	"	400φ
		1 ~ 2 人	M	"	平	"	1000φ

(注) B, C, D, Eの発泡量, 倍率は, 送泡チューブ10mのデータである。

ものは、低い風速、風圧の発泡機に適し、網目の密なもの、高い風速、風圧の発泡機すなわち、送泡チューブの比較的長いものに適している。自吸式の発泡機の場合には、発泡ネットに対する噴霧の放水作用だけで発泡させるものであるから、特にネットの網目構造

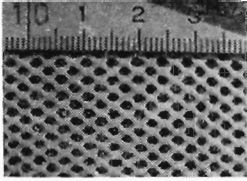
の堅ろうな、強度の大きい材質のものを選ぶことが必要である。なお、段型ネット、スチール製ネット、あるいは自吸式による発泡特性については、実験の結果がまとまり次第報告したい。

発泡機種別性能分析表

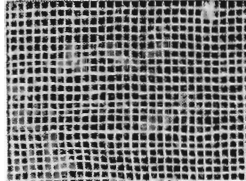
送泡チューブ		射程 m	発泡量 m <sup>3</sup> /分	発泡倍率 倍	ネット面積1㎡当り		使用 泡剤	当 斤 使用例
直径mm	長さm				放水量 l/分	発泡量 m <sup>3</sup> /分		
400□	0.6		平形繊維 20	高 770~740	162~187	125	A T	実験用
1200φ→900φ	120		280	高 700	129	116	H F	実用配置
500φ	20		50	高 1000	63	63	N G T	試作実験
860φ~580φ	100		180	高 600	61	37	S N	実用配置
900φ	70		135 120	高 550 480	218	123 109	A T	"
な 取付可能			90 136	高 562 800	84 90	47 72	K H X S N	実験のみ
な (送風900φ)			135	高 550	218	123	A T	実用配置
なし			32	高1000	114	114	N G T	試作実験
な 取付可能			62	高 400	204	81	A T	試作実験
なし		2	10	中 84	286	23	A T	実験のみ
"		3	22	中 96	1540	147	A T	"
"		3	40	高 170	1733	266	A T	試作実験
"		低 25 高 5	低 20 高 130	10~40 高 250	1423	333	A T	試作実験 実用配置

写真第1 発泡実験に使った各種ネット

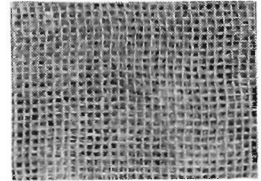
1 綿, 立編メリヤス



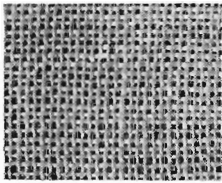
2 綿, かや地



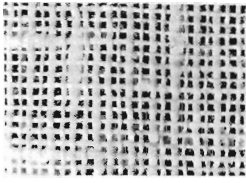
3 亜麻



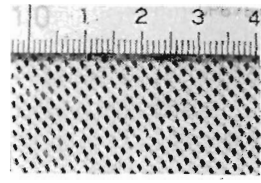
4 亜麻



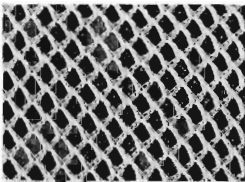
5 亜麻



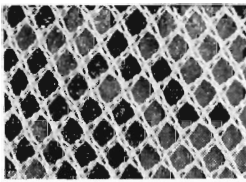
6 ナイロン立編メリヤス



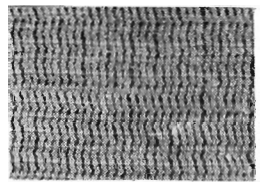
7 ビニロンネット編



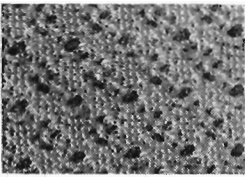
8 ビニロンネット編



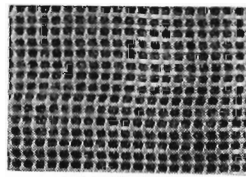
9 ビニロン模様編



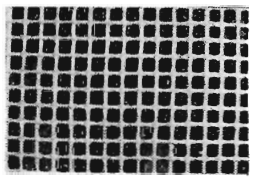
10 ビニロン模様編



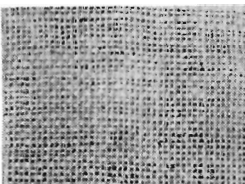
11



12



13 綿かや地2枚重ね



14

