

消防機器早わかり講座

泡消火薬剤

規格省令 [泡消火薬剤の技術上の規格を定める省令](#)（昭和50年12月9日自治省令第26号）
設置基準 [消防法施行令第15条](#)
（泡消火設備に使用）危険物の規制に関する政令第20条



泡消火薬剤
(20L 容器による梱包例)

<泡消火薬剤は、泡消火設備等の一部>

泡消火薬剤は、泡消火設備を構成する泡消火薬剤貯蔵容器に充填貯蔵され、水に混合希釈し、発泡機器により泡が生成され放射されます。火災時又は点検時などで使用した場合には、同じ型式の泡消火薬剤を貯蔵容器に充てんする必要があります。

<泡消火薬剤とは>

右の写真は、石油タンク火災の消火活動の様子を示したのですが、このような石油タンクや地下・屋内駐車場などの油火災が起きた場合に、水のみでは消火することが困難な火災に対し、火災拡大の防止と消火を行うために使用されるものです。



図 石油コンビナート火災

泡消火薬剤は、原液の状態では貯蔵保存され、使用するときには水又は海水で規定の濃度に希釈され、泡消火設備や消防隊の泡ノズルなどで、発泡され泡として放出されます。

泡消火薬剤は、発泡され泡となることにより、火災の表面を覆い、冷却及び窒息効果により消火するものです。

<泡消火薬剤に求められる性能>

泡消火薬剤は、主として油火災を消火する場合に用いられます。従って、油火災の代表的なプール火災（石油タンクのように貯蔵されている油が火災になる状況）やスピル火災（油が漏洩した時のように床の表面を流出拡大した油が火災になる状況）に耐えられる性能が必要とされます。すなわち、泡が火の熱に破壊されずに素早く燃焼面に展開し、燃焼面を覆ってしまわなければなりません。そして消火した後も再び着火しないよう燃焼していた箇所をできるだけ長く被覆し、安全を確保する必要があります。消火力、耐火・耐熱性、流動展開性そして持続安定性が求められています。

なお、現在、泡消火薬剤に係る規格では、石油火災用と固体可燃物火災用に適応する泡消火薬剤についての基準が設けられていますが、アルコール等水溶性液体の火災に適応する泡消火薬剤の基準は、定められていません。

一方、最近、A火災（一般火災）に対応できる泡消火薬剤が開発され、林野火災や住宅などの火災に使用されつつあります。

1 泡消火薬剤

泡消火薬剤は、液状で、その成分により、さまざまな種類のものがあり、泡原液と呼ばれています。泡原液そのものが、泡になるわけではなく、使用するとき、水や海水で一定の濃度に希釈して、泡希釈水溶液とし、ポンプなどにより加圧された状態で配管等を経由して発泡ノズル等の発泡機器や装置に送られ、機械的に空気や不活性気体を泡水溶液に混入し、発泡機器の中で混合攪拌して泡を形成させます。

泡消火薬剤は、「基材に泡安定剤その他の薬剤を添加したもので、水（海水を含む。）と一定の濃度に混合し、空気又は不活性気体を機械的に混入し、泡を発生させ、消火に使用する薬剤をいう。」と定義されています。

火災を消火するには、まず水がありますが、水は最も経済的で、かつ、最も冷却効果が期待できる消火剤と言えます。しかし、水だけでは消火困難な場合がいくつかあります。水よりも軽いガソリン等液体可燃物の火災がそれにあたります。水でガソリンの火災を消しようとしても、水はガソリン層の下に沈んでしまい、燃焼面を覆うことができず、そのまま移動してしまったり、危険領域を拡大させてしまうこともあります。



図 フォームヘッドによる泡放射

このような液体可燃物の火災に泡を供給すると、泡が燃焼している可燃物表面に浮かんで、空気と可燃物との接触を妨げ、やがて表面全体を泡で覆い火災を消火します。また、建築物等立体面のある対象物の火災では、水で消火をしようとした場合、水は対象物表面に接触しても瞬時に流れ落ちてしまい、水の蒸発潜熱による冷却効果を十分に活用できません。

しかし、泡を供給した場合、泡水溶液の表面張力低下による付着力の増加に加え、泡から排液される濡れやすさと浸透性の増加が期待できます。その結果、泡付着による燃焼表面での水分保持及び燃焼物内部への水浸透による冷却効果が十分供与され、多量な水を使用しない効率的な消火活動ができることとなります。

2 泡消火薬剤の消火原理

油などの液体可燃物火災に対しては、燃焼している表面を泡によって被覆封鎖し、液体可燃物表面から発生する可燃性ガスと酸素との混合を阻止する「窒息効果」によるものです。泡と泡から排液した泡水溶液中の水による液体可燃物の温度上昇を阻止する「冷却効果」による消火に加え、消火後の再着火、再燃焼を防止する泡による表面封鎖保持に「冷却効果」は役立っていると考えられています。木材等固体可燃物火災に対しては、平面、立体面を問わず、泡から排液した泡水溶液中の水による「冷却効果」によるものです。

3 泡消火薬剤の分類

泡消火薬剤は、規格省令において、表1のように分類されています。泡消火薬剤の種類は、規格で「型式」として分類されています。

表1 泡消火薬剤の分類

種類	定義	備考
たん白泡消火薬剤	たん白質を加水分解したものを基剤とする泡消火薬剤。	フッ素たん白泡消火薬剤はこの型式に含まれる。
合成界面活性剤 泡消火薬剤	合成界面活性剤を基材とする泡消火薬剤。	高発泡使用に適する。
水成膜泡消火薬剤	合成界面活性剤を基材とする泡消火薬剤で、油面上に水成膜を形成する。	フッ素系界面活性剤の表面張力低下能により油面上に膜を形成する。
大容量泡放水砲用 泡消火薬剤	石油コンビナート等災害防止法施行令に規定する大容量泡放水砲用泡消火薬剤。	平成20年3月31日改正により、規定された。

4 泡消火薬剤の特徴

各泡消火薬剤の一般的特徴は、次の通りです。

(1) たん白泡消火薬剤

ア 外観

暗褐色の粘性溶液。たん白特有の臭いがします。

イ 組成概要

たん白泡消火薬剤は、牛などの動物の蹄や角などのたん白質原料を粉碎細粒化し、アルカリで加水分解をした後に、中和調整した加水分解たん白質溶液を主成分に用いて製造されています。

泡の安定性と耐熱性を強化するために第一鉄塩類等、低温における流動性確保のために凝固点降下剤であるグリコール類が添加されているほか、防腐剤、防錆剤等が加えられています。

ウ 特徴

たん白泡消火薬剤は、泡を形成する際に、主成分であるたん白質が空気との接触により酸化し、分子変性を起こし、分子連結など複雑構造を形成し安定した泡膜を作り出します。

また、同時に薄い泡膜を形成するたん白質分子が空気中の酸素により酸化された鉄イオンと結合し、さらに分子同士の結合を促進するなど泡膜を固化し、より強固な泡膜を作り出します。

この二つの泡膜形成は、熱にさらされたたんぱく質の熱変性による固化現象なども伴い、一段と強靱な泡膜に成長する特徴があります。

泡が強靱であるため、泡の持続安定性、耐火、耐熱性に優れ、消火後の再着火を防止する可燃物表面被覆により、安全を確保することができます。

一方、泡が固いために液体可燃物表面上における流動展開性は劣ります。また、

泡膜が可燃物蒸気を取り込みやすい特性、すなわち油汚染を起こしやすいため、泡を直接可燃物表面上に放出した場合、泡の油汚染が増し、泡の破壊に伴う消火性能低下や可燃物表面被覆性能の低下を生じます。

主に、石油貯蔵タンク等の固定泡消火設備に使用されます。

(2) フッ素たん白泡消火薬剤（フッ化たん白泡消火薬剤とも呼ばれます。）

ア 外観

暗褐色の粘性溶液。たん白特有の臭いがします。

イ 組成概要

フッ素系界面活性剤が添加されることにより、たん白泡消火薬剤と比較した場合、泡の液体可燃物表面上における流動展開性が改善し、泡膜の可燃物蒸気取り込みも少なくなり、泡の油汚染による破壊が軽減化されます。

ウ 特徴

フッ素たん白泡消火薬剤は、消火能力はもちろん、耐油・耐熱・耐火性の強化による油面被覆性能が改善された泡消火薬剤と評価されています。たん白泡消火薬剤同様、石油貯蔵タンク等の固定式泡消火設備に使用されますが、油汚染が少ない特性から底部泡注入方式にも使用されます。

(3) 合成界面活性剤泡消火薬剤

ア 外観

淡黄色液体。グリコールエーテル臭がします。

イ 組成概要

合成界面活性剤泡消火薬剤は、シャンプー原料に使用される炭化水素系界面活性剤を主成分とし、泡安定剤であるグリコールエーテル類や高級アルコール、不凍剤であるグリコール類、防錆剤等が添加されています。

ウ 特徴

シャンプー原料が主成分ですから、起泡性（泡立ち）に富み、いろいろな発泡装置により、膨張率（発泡倍率とも呼ばれる。）10 倍前後の低発泡から 500 倍～1000 倍の高発泡と幅広い泡性状の泡を作り出すことができます。

しかし、我が国や欧米各国では、泡の耐火、耐熱、耐油性が乏しいという理由から、低発泡として石油貯蔵タンク火災の消火には使用されていません。

少量の泡消火薬剤で多量の軽い泡を形成できる特性を生かして、主として、高発泡消火用に使用されています。1000 倍近い泡を一拳に大量に放出できるので、倉庫、航空機格納庫、LNGタンク周囲などの大空間を泡で満たしてしまうという消火方法に使われます。

また、泡の対象物への付着性や浸透性に優れる点を活用し、木材等固体可燃物の普通火災に使用されます。

(4) 水成膜泡消火薬剤

ア 外観

合成界面活性剤泡消火薬剤と似ています。淡黄色液体。グリコールエーテル臭がします。

イ 組成概要

合成界面活性剤泡消火薬剤の組成にほぼ似ていますが、大きく異なる点は、表面張力低下能の高いフッ素系界面活性剤が添加されていることです。

ウ 特徴

水成膜泡の組成に占めるフッ素系界面活性剤の割合は小さく、炭化水素系界面活性剤が泡を生成する主たる基材成分です。フッ素系界面活性剤が添加されることにより、合成界面活性剤泡消火薬剤が生成する泡よりも液体可燃物表面上への流動展開性が改善し、さらに泡膜の耐油・耐火性の強化により、スピーディな消火が可能な泡消火薬剤です。

水成膜泡 (Aqueous Film Forming Foam) という名称が示すように、泡から排液した泡水溶液が水性のフィルム状薄膜を液体可燃物表面上に形成します。その可燃物の蒸気の逃散を抑制する能力があると言われています。この水成膜が形成するのは、理論上、次式の拡散係数 (ΔS) が正になる場合のみに限られます (基準では拡散係数が 3.5 以上であることと定められています。)

$$\Delta S = r_o - (r_s + r_{s-o}) > 0$$

r_o : 油の表面張力値

r_s : 泡水溶液の表面張力値

r_{s-o} : 泡水溶液と油の界面張力値

(例えば 20°C など同一温度条件下の測定値で計算を行う。)

迅速な消火活動が可能なことから、航空機、自動車、駐車場火災などの人命救出にかかわる消火活動や流出油火災に最適な泡消火薬剤と言われています。



図 左から「たん白泡」、「水成膜泡」及び「合成界面活性剤泡」

5 性状試験項目

泡消火薬剤の性状を確認するために行われる試験項目、共通性状試験項目と特定性状試験項目とに分け、次に示します。

(1) 共通性状試験項目

外観、比重、粘度、水素イオン濃度、流動点、沈殿量、泡水溶液沈殿量、引火点、鋼等の腐食質量損失。

変質試験後の泡原液についても性状試験が行われます。(鋼等の腐食質量損失は除く。)

(2) 特定性状試験項目

ア たん白泡消火薬剤は、「金属分の含有量」試験が行われます。

変質試験後の原液については、試験が行われません。

イ 水成膜泡消火薬剤は、「拡散係数」試験が行われます。

変質試験後の泡原液についても、試験が行われます。

6 性能試験項目

泡消火薬剤の性能試験として、標準発泡ノズルを使用して低発泡性能試験及び低発泡B火災消火性能試験が行われます。合成界面活性剤泡消火薬剤については、標準高発泡装置を用いた高発泡性能試験、高発泡B火災消火及び高発泡A火災消火性能試験が行われます。

低発泡及び低発泡消火性能試験基準を表2に、高発泡及び高発泡消火性能試験基準を表3に、それぞれ示します。

表2 低発泡及び低発泡消火性能試験基準

低発泡				
泡消火薬剤の型式		たん白泡	合成界面活性剤泡	水成膜泡
低発泡 発泡性能	膨張率	6倍以上	6倍以上	5倍以上
	25%還元時間	1分以上		
	水成膜試験	該当せず	該当せず	着火しない
低発泡 消火性能	消火模型	4m ³		
	燃料	自動車用 ガソリン	ノルマルヘプタン	
	燃料量	200L (敷水 320L)		
	予燃焼時間	1分間		
	泡供給時間	5分間	8分間	5分間
	消火時間	5分以内		
	密封性試験	15分間着火継続 燃焼しないこと	12分間着火継続燃焼 しないこと	15分間着火継続 燃焼しないこと
耐火性試験	燃焼拡大面積が900c m ² 未満			

表3 高発泡及び高発泡消火性能試験基準

高発泡		
泡消火薬剤の型式		合成界面活性剤泡
高発泡 発泡性能	膨張率	500倍以上
	25%還元時間	3分以上
高発泡 B火災 消火性能	消火模型	1.6 m ²
	燃料、燃料量	ノルマルヘプタン 80L (敷水 128L)
	予燃焼時間	30秒間
	泡供給時間	2分30秒間
高発泡 A火災 消火性能	消火時間	3分以内
	消火模型	A-1
	予燃焼時間	1分30秒
	泡供給時間	5分間
	消火時間	5分以内
	再燃時間	発泡終了後10分以内に再燃しないこと

7 大容量泡放水砲用泡消火薬剤

大容量泡放水砲用泡消火薬剤は、「大容量泡放水砲用」と用途が限定された泡消火薬剤であり、規格省令において「石油コンビナート等災害防止法施行令（昭和51年政令第129号）第14条第5項に規定する大容量泡放水砲用泡消火薬剤である泡消火薬剤をいう。」とされています。

平成15年9月26日の十勝沖地震に起因として発生した苫小牧市の大規模石油貯蔵タンク火災の経験（タンクの全面火災となり、消火までに長時間要した。）を踏まえ、「石油コンビナート等における特定防災施設等の防災組織等に関する省令」（昭和51年自治省令第17号）の第19条4の規定に基づき「大容量泡放水砲用泡消火薬剤の基準」（消防庁告示第2号）が告示され、平成20年3月31日の規格改正により、規格第3章に性状及び性能要件等が規定化されたものです。

（1）性状試験基準

「たん白泡」、「合成界面活性剤泡」又は「水成膜泡」の3型式で行われる性状試験基準と同一の基準に適合することが求められています。

ただし、従来のものと性状を異とする特殊な性状を呈する泡消火薬剤を考慮し、「使用希釈濃度」、「比重」及び「粘度」については、次の基準が設けられています。

ア 使用希釈濃度

3パーセント又は6パーセント希釈濃度以外に、設計された使用希釈濃度が認められています。

イ 比重

比重浮ひょうを用いる方法に加え、JIS K 0061 に定める比重瓶法（ハーバード

型比重瓶)を用いる方法で測定することができます。

ウ 粘度

ガラス毛細管流下式粘度計を用いる方法に加え、JIS Z 8803 に定める単一円筒形回転粘度計による粘度測定方法により使用温度範囲内で測定し、設計粘度以下であればよいとされています。

(2) 性能試験基準

発泡性能及び消火性能試験には、泡を生成する標準発泡ノズルとして、「N54 改ノズル」と呼ばれるものを使用します。泡消火薬剤の種類に関わらず、この標準発泡ノズルで全ての種類の泡消火薬剤の試験を行います。

膨張率は6倍(水成膜泡消火薬剤にあっては5倍)以上と従来規定と変わりませんが、25パーセント還元時間は2分以上とされています。また、消火性能試験に用いるB火災模型は角型ではなく円形とし、発泡した泡を円形模型の燃焼中央部付近に直接3分間放出させます。

表4. に発泡、消火性能試験基準を示します。

表4. 大容量泡放水砲用泡消火薬剤の発泡、消火性能試験基準

発泡性能	膨張率	6倍以上(水成膜泡は5倍以上)10倍未満
	25%還元時間	2分以上
B火災 消火性能	消火模型	円形4m ²
	燃料、燃料量	ノルマルヘプタン200L(敷水なし)
	予燃焼時間	1分間
	泡供給時間	3分間
	消火時間	4分以内
	耐火性試験	泡供給停止15分後、試験用ポットに1Lのノルマルヘプタンを入れ、ポットの上縁が泡面と同じ高さになるように泡面の中央部に置き、5分間燃焼させた場合、再燃をしないこと。
	密封性試験	泡供給停止20分後にトーチの炎を近付けても、着火再燃しないこと

8 表示

泡消火薬剤の容器には、次に掲げる事項が見えやすい箇所に容易に消えないよう表示されています。【 】は、大容量泡放水砲泡消火薬剤の容器に表示されている事項を示しています。

- (1) 種別
- (2) 型式
- (3) 泡消火薬剤の容量【大容量泡放水砲用泡消火薬剤の容量】
- (4) 使用温度範囲
- (5) 取扱い上の注意事項
- (6) 製造年月
- (7) 製造番号
- (8) 製造者名又は商標
- (9) 型式番号
- (10) 【大容量泡放水砲用泡消火薬剤である旨】

認証区分 **検 定**

根拠条文 **消防法**第 21 条の 2

制度の概要 日本消防検定協会又は登録検定機関が規格省令に適合することを試験し、総務大臣が型式承認を行い、日本消防検定協会又は登録検定機関が検査し、合格の表示を付します。合格表示が付されたものでなければ、販売や陳列、工事使用等が禁止（法的拘束力あり）されています。

<表示>

○ 型式番号

日本消防検定協会の行う型式試験において、製品の形状、構造、材質、成分及び性能が、基準に適合し、かつ、総務大臣の承認を受けたものに付けられる番号です。『泡第〇〇～〇〇号』という形式で表記されます。

○ 型式適合検定合格の表示

日本消防検定協会の型式適合検定に合格した製品には、右図のような型式適合検定合格の表示が捺印により表示されます。



型式適合検定合格の表示（捺印）
（大きさ:外径 15mm）