

ライトウォーターについて(第1報)

伊藤 隆 庸*

1. はじめに

産業経済の進展に伴い危険物の需要は急速に増大し、近年関係災害も多発大規模化の傾向にある。なかでも自動車や航空機燃料などに使用する石油類は特に需要の伸びが大きく、その取り扱いも大型化し大規模火災が心配されている。これらは小火源においても引火し延焼速度も早く、しかも流動的で火災面が急速に拡大し、かつ単純水消火では効果が少なく消防上の重要な問題の一つとなっている。

このような中において、この種火災の消火剤の開発は重要な問題である。従来蛋白泡消火剤をもって唯一の消火剤として使用されているところであるが最近では界面活性剤を主成分とする各種消火剤が開発されてきている。なかでも本論で取り上げるライトウォーターはアメリカにおいてごく最近開発されたものであるが、消火用泡剤として利用した後、油面上にフィルム状の膜を作りガソリン等のペーパーを抑制し再燃防止および引火防止効果があるといわれている。本来はドライケミカルと併用することが原則とされているが、ライトウォーターのみでも効果があるといわれている。そこでこの消火剤が単独でも実際の現場行動にあたってはたして効果的に使用し得るかどうかが、ガソリンの蒸発抑制性および消火効率の試験を主に泡の耐液性、耐火性、安定性等の試験を行なったので報告する。

2. 供試料とその概要

本試験に使用したライトウォーターFC-194(商品名)は米国スリーエム社で新しく開発した弗素系の泡消火剤の一種で、カチオン系弗化炭素系界面活性剤および水溶性炭化水素系界面活性剤から成る。これはガソリンの表面に透明かつ均一な薄い被膜が形成され、この被膜が特に炭化水素系液体危険物(ガソリン)の火災における消火および消火後の再燃防止に効果があるといわれている。またライトウォーターはドライケミカルと併用した場合に効果が高いが、単独でも蒸発抑制性、消火のいずれもかなりの効果を発揮するとい

われている。

米国スリーエム社より出された日本特許(昭-40-20080-昭.40.9.7)によれば主成分の一例として掲げられたのは次の5つである。

- (1) $[C_8F_{17} \cdot SO_2 \cdot NH \cdot (CH_2)_3 \cdot N(CH_3)_3]I$
- (2) $[C_7F_{15} \cdot CO \cdot NH \cdot (CH_2)_3 \cdot N(CH_3)_3]I$
- (3) $[C_7F_{15} \cdot CO \cdot NH \cdot (CH_2)_3 \cdot N(CH_3)_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot O \cdot CO \cdot CH_2] \cdot Cl^-$
- (4) $C_7F_{15} \cdot CO \cdot NH \cdot (CH_2)_3 \cdot N^+(CH_3)_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O^-$
- (5) $C_8F_{17} \cdot SO_2 \cdot N(C_2H_5) \cdot CH_2 \cdot CO \cdot O \cdot K$

泡沫形成剤はフルオルカルボン酸およびフルオルスルホン酸の誘導体で起泡性組成分は次の重量組成を有する。

成 分	%
(A)	0.25
(B)	0.25
ポリオクスWSR-35	0.50
水	99.00

その他

粘度	25°C—100cs 4°C—200cs
PH	4.2
比重	1.085

3. 試験方法と結果

1. 発泡率、安定度試験

(1) 方法

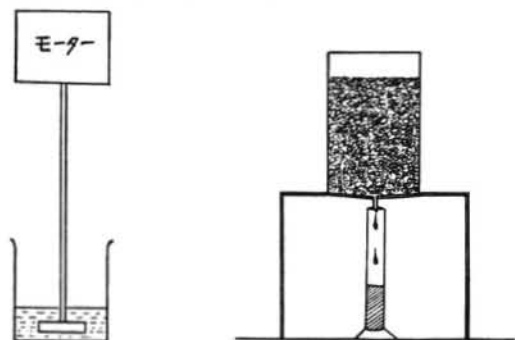
イ、発泡方法は第1図のような方法で試料をあらかじめ6%に稀釈し500mlのビーカーに試験液50mlを入れ攪拌用羽根(60mm×10mm×1mm)付の攪拌棒を用いて、これを各回転数で2分間攪拌発泡し、攪拌停止後ただちにあらかじめ印されたビーカーの目盛により倍率を測定した。

$$\text{発泡倍率} = \frac{\text{泡容積(cc)}}{\text{溶液容積(cc)}} \text{とした。}$$

ロ、イの方法で発泡させた泡を第1図の方法で一定の円筒容器に採り、自然消泡させ下部にたまる液量を測定し安定度を調べた。

* 第一研究室

第1図 発泡方法と安定度試験方法



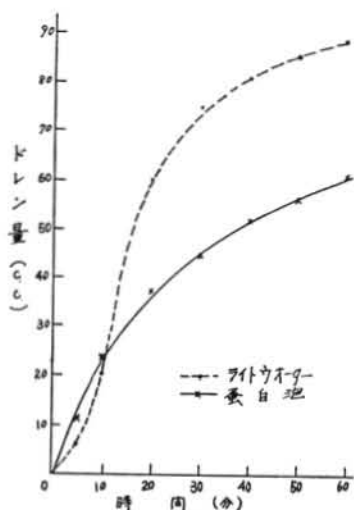
(2) 結果および考察

第1表 発泡率試験結果

回転数 (rpm)	ライトウォーター		蛋白質泡	
	泡量(cc)	倍率	泡量(cc)	倍率
1000	300	6.0	250	5.0
1500	320	6.4	290	5.8
2000	380	7.6	290	5.8
2500	380	7.6	350	7.0

* 試料はいずれも6%溶液50ccを発泡させた。

第2図 泡の安定度試験結果



蛋白質の発泡率は損害保険料率算定会の消火泡発泡剤試験規定によれば「発泡率は6倍以上であること」とされているが、本試験では攪拌発泡方法としたものであり、この方法では2500回転で損害保険料率算定会の規定にある発泡倍率が得られたので、以下2500回転で発泡させた泡について試験を行なった。また界面活性剤系の試験規定はないので上記方法に基づき試験を行なったものである。

本試験による発泡は第1表のとおり2500回転において、ライトウォーター、蛋白質泡ともに約7倍程度の倍率となり、粒子が細かく水持ちの良い泡となった。ライトウォーターは蛋白質泡より発泡性において若干ではあるがすぐれていた。このことはライトウォーターが蛋白質泡に比較し実使用の際においても有効に発泡させることが可能と思われる。

泡の安定度においては、両者共10分後には20%~24%程度のドレンとなった。しかし第2図のごとくライトウォーターは10分後ころから20分後ころにかけドレン量が急カーブで上昇している、これは泡の水持ちが蛋白質泡より弱く泡の安定性が低いことを意味している。ライトウォーター本来の性質からすれば泡の安定性が若干低くともライトウォーター泡は消泡しながらも薄いフィルムを形成し、燃料液面上に拡がり蒸発防止効果と併用する特長があり、この根本的に相違する界面活性剤系泡と蛋白質系泡を単に比較のみで結論づけることはできない。

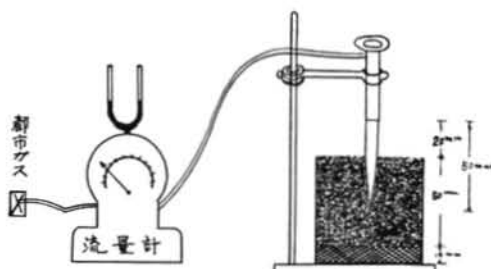
2. 耐液性・耐火性試験

(1) 方法

イ、耐液性試験方法は、シヤーレー（直径85mm深さ60mm）に試料を20mmの厚さに入れ2500回転で発泡させた泡を、5分後に5cc採りこれを液面上部中央に滴下し、泡が50%消泡する時間を測定した。

ロ、耐火性試験方法は、第3図のごとくシヤーレー（直径85mm深さ60mm）にガソリンを10mmの厚さに入れ、発泡させた泡を5分後に液面上部に50mmの厚さに乗せ、ガスバーナー（先端の開口部2mm、火炎の長さ50mm）で、火炎の先端を試料の液面より20mm離すように、鉛直に当て引火するまでの時間を測定した。

第3図 耐火性試験方法



(2) 結果および考察

ガソリンと水溶性可燃性液体について、蛋白質泡、耐アルコール泡、ライトウォーターの試験を行ない比較してみた。

耐液性試験においてはガソリンについてみると、それぞれ泡が50%減少するのに30分以上いずれも同程度の耐液性効果が認められた。またライトウォーター

第 2 表

	薬品名	ライトウ ォーター	蛋白泡	耐アル コール泡
耐 液 性	ガソリン	30分以上	30分以上	30分以上
	アセトン	2~3秒	—	55秒
	エタノール	2~3秒	—	2分45秒
	ピリジン	2~3秒	—	12分15秒
耐 火 性	ガソリン	5分5秒	6分	6分12秒
	アセトン	—	—	10分以上
	エタノール	—	—	10分以上
	ピリジン	—	—	10分以上

の水溶性可燃性液体について耐液性効果があるかどうか、試験を行なったところ泡の50%減少する時間はいずれも2~3秒程度で消泡し、水溶性可燃性液体についての耐液性効果は認められない。

耐火性試験の場合、ライトウォーターは約5分程度でガソリンのペーパーが時々泡を破って上昇し着火するが継続燃焼は少なく、燃焼も比較的緩慢である。これはライトウォーターによるペーパーシール効果が少なからず行なわれているものと思われる。

蛋白泡は約6分程度で泡を破って上昇して来るペーパーに着火し一度ペーパーが上昇して来ると連続的となり、比較的早く継続燃焼が行なわれる。この場合、ライトウォーターの耐火性は蛋白泡より時間的に若干早い、継続燃焼までのペーパーシール効果の併用を考えれば、大差なく同程度の耐火性と判断してさしつかえないであろう。

尚水溶性の液体については、耐液性効果が無いので耐火性試験は不可能であった。

3. 蒸発抑制性試験

(1) 方法

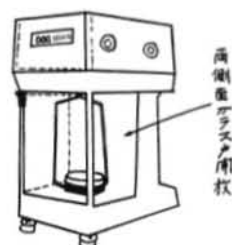
イ、第4図、自動天秤の両側面扉を開放状態にし、シャーレー（直径85mm深さ20mm）に普通自動車用ガソリン50ccを注入（約10mmの厚さ）し、天秤に乗せガソリンの蒸発量を測定した。

ロ、イの方法と同様に同量のガソリンを注入した上部に1(イ)の方法で発泡した泡を、液表面全体に厚さ10mmに乗せガソリンの蒸発量を測定した。その後ガソリンの上部に乗せた泡と同量の泡の蒸発減量を差し引き測定値とした。

ハ、イの方法と同様、シャーレーにガソリンを注入

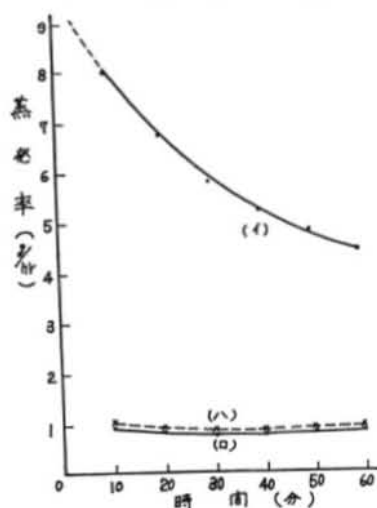
し、ロと同様な方法で発泡した泡をガソリン表面積の $\frac{1}{2}$ になるよう10mmの厚さに乗せ、その後の泡の拡がり自然にまかせ蒸発量を測定した。その後ガソリンの上部に乗せた泡と同量の泡の蒸発減量を差し引き測定値とした。

第4図 蒸発量測定装置



(2) 結果および考察

第5図 蒸発抑制性試験結果



蒸発抑制性を測定する場合においては、諸条件を具備しなければならないのであるが、一定の測定装置が無いので、実験室（約40m²無風状態、室温20℃、湿度60%にコントロール）において、自動天秤の両側面ガラス戸を開放にし、測定し得る範囲内において現場に即した状態にして行なったものである。

ガソリン単独の蒸発量測定にあつては、最初約8g/hrの蒸発量であるが、ガソリンの蒸発量が大なるため、蒸気圧等の関係で時間経過とともに第5図イのご

とく蒸発量は徐々に減少のカーブを示している。

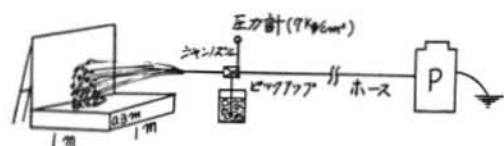
ライトウォーター泡をガソリンの液面上全体に乗せた場合と、液面半分に乗せた場合、いずれも同程度な、かなりの蒸発抑制効果が認められた。この結果から液面半分に泡を乗せた場合において泡は徐々に拡散してゆくが、泡の拡散以外に透明な薄いフィルムが急速に液面全体に拡がり、このフィルムで液表面上を覆うため、泡が液表面全体に拡散されなくとも、ガソリンの蒸発を抑制する効果は、泡を全体に乗せた場合と同程度の効力を示している。

4. 消火効率および再燃防止試験

(1) 方法

100cm×100cm深さ30cmのオイルパンに5cmの厚みに水を入れ、その上部にガソリン10 l 灯油10 l を注入し、第6図の方法によりジャンノズル(放水量22l/min 流入力7 kg/cm² 薬液混合比6%型)を用いて点火後30秒に消火開始した。最初蛋白泡による消火を行ない、その後別のオイルパンで同様にセットし、ライトウォーターを用いて消火効率を比較した。

第6図 ビックアップ方式による消火方法



(2) 結果および考察

第3表 消火効率比較表

測定項目	品名	ライトウォーター	蛋白泡
消火時間		20秒	50秒
原液使用量		0.32 l	1.3 l
消火泡の厚み		約15mm	約17mm
消火直後の液温		24℃	15℃
消火後泡の一部を除き再点火の状況5分後		着火せず	瞬間着火
* 10分後	点火10秒後着火約20秒燃焼、ライトウォーター被膜により鎮火		同上
* 15分後		着火せず	—
* 20分後		同上	—

* 気温7℃ 風速北北東の風3m

1m²当りの消火実験の結果から、ライトウォーターFC-194は蛋白泡消火剤より粘度が高く、実験当日気

温7℃であったため、薬液混合比は6%以下の4.5%となったが、かなり良質の泡が出来た。蛋白泡は約6%の混合比であった。

以上のように両者の泡は若干条件を異にしたが、いずれにしても消火効率は現用蛋白泡消火剤に比し、ライトウォーターが速やかに消火可能で、薬液使用量も約1/4程度であり消火効率は良いと認められる。

消火後、泡の一部を取り除き、液面直上まで点火棒を近づけ再点火をこころみ着火の状況を観察したが、ライトウォーター使用時は蛋白泡の場合よりも再燃しにくい。すなわちライトウォーターは、消火5分後において再点火しても着火しない、消火10分後再点火すると約10秒後に着火燃焼したが、ライトウォーターの透明な薄いフィルムが液面上の火炎を徐々に抑制し、着火後20秒で鎮火した。消火15分後および20分後は着火せず、フィルムによる蒸発抑制効果が認められた。

液面に点火棒を接近させるだけでは再着火しないので、点火棒により燃料の表面を攪拌したところ着火継続燃焼した。着火後16分ライトウォーター泡は完全消泡したが、一部フィルムは形成され、未だかなりの面積を抑制し効果が認められた。

本実験の条件範囲における一般的な結論として、ライトウォーターは現用の蛋白泡と同様の消火方法において、約4倍近い消火効率がある。しかもこの消火泡は薄いフィルムを形成し消火後燃料液面を覆い燃料の蒸発を抑制し再着火を防止する。このことから消火剤として有効と判断される、しかし今後諸条件における実験結果をまたなければ結論づけることはできない。

5. 腐食試験

(1) 方法

ライトウォーターは、原液であろうと6%水溶液であろうと有効年限が半永久的とされており、またPH4.2(弱酸性)であるため、長期貯蔵に際し腐食に耐える容器が必要である。そこで貯蔵容器に使用するステンレス、ポリエチレン樹脂の試料(3cm×9cm)を浸漬方法により試験を行ない腐食状態を肉眼観察した。

- ① ライトウォーター原液
- ② ライトウォーター6%水溶液

(2) 結果

3カ月経過後においていずれも肉眼観察における腐食状態は認められない。

4. む す び

ライトウォーターは、弗素系界面活性剤を主成分とした泡消火剤であり、界面活性剤の性質としての疎油性分子が含まれているため油面上に薄いフィルムを形

成し、泡による消火のほかベーパーシールされるので再着火されない特長がある。

本試験の条件範囲では、平面的な場合の炭化水素系燃料（ガソリン）に対して、かなりの蒸発抑制効果および消火効率が認められた。水溶性可燃性液体についてはほとんど効果がない。ライトウォーターの消火方法は、現用蛋白泡機器がそのまま使用可能である。

また、ライトウォーターは消火剤としてのみではなく、ガソリン等が路上に流出したような場合の災害に、応急的に引火防止剤としても使用可能ではないかと思

われる。しかし本実験では、基礎実験を行なったのみで、今後の研究をまたなければ解明されない幾多の問題点があり、今後諸条件における実験結果を検討しなければ結論づけることはできない。

以上現在までの実験結果を要約して紹介したのであるが、さらに実験を続けて行きたいと思う次第である。

本試験にあたって、宮田工業株式会社、住友スリーエム社の御協力を賜ったことを記して、深甚の謝意を表す。