

## すべり水の性能試験結果について

大 熊 順 三\*  
 伊 藤 隆 庸\*  
 山 田 捷 人\*

### 1. はじめに

すべり水(薬剤)は、米国ユニオンカーバイド社の開発によるもので、一般に消防関係には、消防用ポリオクスという商品名で紹介されているもので、このすべり水を水に混入し、ホース内を流れる水の流動抵抗を減少し、放水量および放水射程距離を増大する特性を持っていると言われているものである。

したがって、この試験はホースによる遠距離送水をする場合に、その効果がどの程度あるか試験を行ない、実用化の可否についての検討資料を得るものである。

### 2. 供試料の概要

(1) ポリオクスは1950年頃ビールの発泡剤として開発されたもので、現在は9種類程度開発されているが、これらは酸化エチルの重合体で、組成は  $\text{HOCH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  であり、このうち消防用として使用されると考えられるのは分子量が500程度のものであるとされている。

(2) すべり水が水をなめらかに流すメカニズムについて確実には立証されていないが、効果については普通の潤滑、コーティング、粘度効果ではなく、ホース内を流れる乱流を長い鎖状高分子が整流するための「ひも」の様な役目を持って、分子の乱れ運動によるエネルギーが吸収され、効果が現われるといわれている。

(3) 白色の粉沫で、使用方法は、イソプロピルアルコール若干に薬剤を浸し、サラサラにした状態で水に投入混合し、ホースライン内で水との比30ppm(0.003%)となるようにして使用する。

#### (4) 薬剤の保管

薬剤は空気に触れると、ゆっくり化学変化を起し効果が減少するといわれる。効果減少と日数の関係は今のところはっきりしない。したがってビニール製袋

等で外気を遮断し保管する。また薬剤は水分中でも化学変化が行なわれるため、水溶液として保管すると約1~2ヶ月程度から効果が減少し始めるといわれる。

### 3. 試験項目および方法

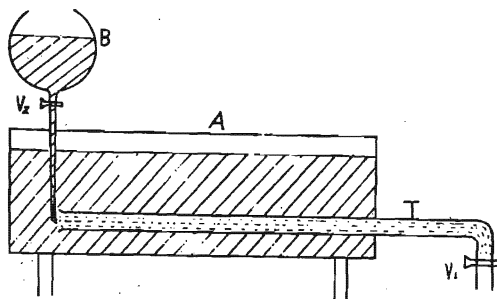
#### (1) 粘度測定

回転式低粘度計を用いて、溶液の各濃度、温度別の粘度を測定する。

#### (2) 限界流速の測定

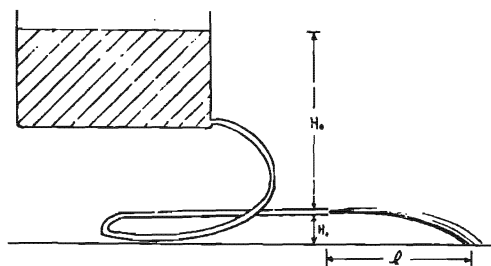
溶液の粘性等から管内を流れる水およびすべり水の層流、乱流の状況を第一図の装置により限界点を調べ

第1図 レイノルズ実験



(3) 自然圧(落差方式)による放水比較試験  
 イ. ゴムホースの場合

第2図

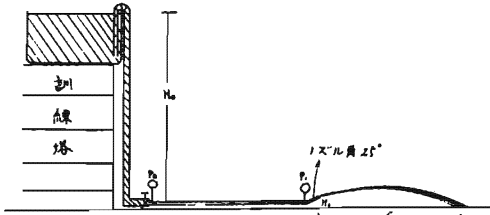


\* 第一研究室

この場合はゴムホースの長さ200cm, 内径1.8cm,  $H_o=250\text{cm}$ ,  $H=40\text{cm}$ ,  $55\text{cm}$ の2通りの方法で第2図の様な落差式装置において水およびすべり水(30ppm溶液)を入れて, 放水量および放水射程距離の比較を行なう。(この場合は液面があまり変化しない様に広口容器とした。)

ロ, 消防用ホースの場合

第3図

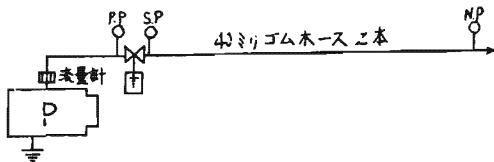


第3図のごとく地上15mに水槽1,200 l 入りを設け, 吸管(内径75mm, 長さ12m) 2本をつないで,  $H_o=15\text{m}$ を地上までの導管とし, ここから媒介金具で40mmゴム内張ホース2本および4本を延長して, ノズル口径12.7mm, ノズル放水角度 $25^\circ$ , 床面からの高さ1mとし固定した。

水槽にすべり水の濃度10, 15, 30, 60ppmの試験溶液1,200 l を入れ, 元コックの開閉により送水し, 元コックとノズル根元の位置にそれぞれ $P_0$ ,  $P_1$ の圧力計を設け, 水およびすべり水の各濃度における損失圧力, 放水射程距離, 放水量を比較測定する。

(4) 薬液混合装置を用いた場合の放水比較試験  
イ. ラインプロポーションナー使用の場合

第4図

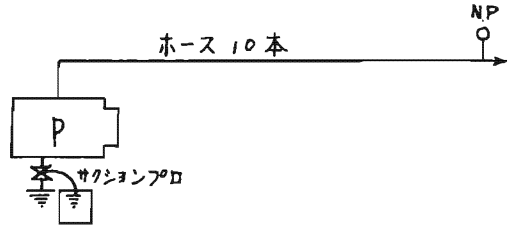


ポンプ車の放口に流量計を設け, その先にラインプロポーションナー200l/min, 6%タイプを使用し, 先端に40mmゴム内張ホース2本延長し, ノズルは口径22mmを用いた。各位置に圧力計を設け, 損失水頭, 放水射程距離, 放水量を比較測定する。

ロ, サクションプロポーションナーによる場合

サクションプロポーションナーを用いて0.05%溶液を6%吸入させ, 50mm, 65mmゴム内張ホース各10本延長, 口径16mmノズルを用いて各条件における放水比較試験を行なう。

第5図



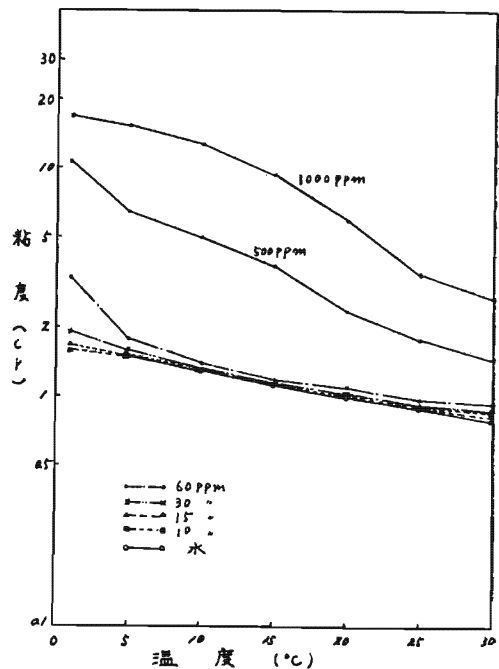
(5) 薬剤の経年変化測定

一定量の薬剤を水に溶かして, これを放置し(3)のイと同様な装置において放水し, 薬剤の効力減少を比較する。

## 4. 試験結果

(1) すべり水の粘度測定結果

第6図



(2) 限界流速測定結果

第1表

管径mm	使用液	放水量cc/sec	流速cm/sec
7	水	5.55	14.45
7	すべり水	6.06	15.70
7凸凹	水	2.94	7.64
7凸凹	すべり水	3.33	8.65
16	水	24.10	12.00
16	すべり水	28.60	14.20

(3) 自然圧（落差方式）による放水量および放水射程距離測定結果

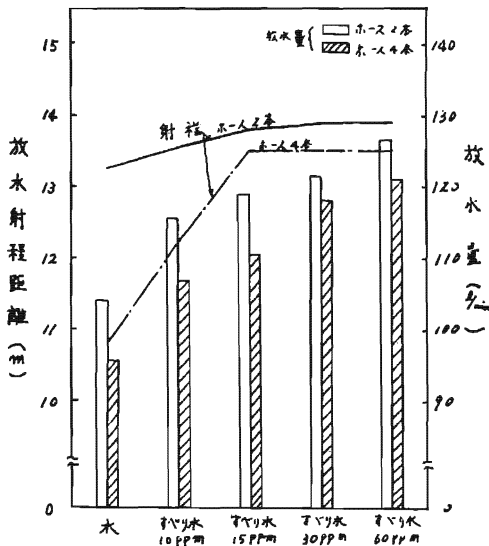
イ、ゴムホースを使用した場合

第2表

使用液	H <sub>1</sub> の高さ	放水量 l/min	放水射程距離cm
水	40	16.9	33
水	40	16.85	33
すべり水	40	23.1	52
すべり水	40	23.8	52
水	55	15.86	39
水	55	15.84	39
すべり水	55	23.1	59
すべり水	55	22.9	58

ロ、40mmゴム内張ホースを使用した場合

第7図 放水量、放水射程距離の測定



(4) 薬液混合装置を用いた場合

イ、ラインプロポーションナー使用の場合

第3表

(A) 水のみラインプロポーションナーから吸入した場合

放水射程距離	7.5~8.0m
P. P. (ポンプ圧)	7.8kg/cm <sup>2</sup>
S. P. (ラインプロ出口圧)	2.0 "
N. P. (ノズル圧)	0.5 "
S P-NP	1.5 "
Q(放水量)	208l/min

(B) すべり水12l/min (6%) 吸入の場合

一回目	放水射程距離	7.0~7.5m
	P. P.	8.3 kg/cm <sup>2</sup>
	S. P.	1.8 "
	N. P.	0.42 "
	S P-NP	1.38 "
目	Q	200l/min
二回目	放水射程距離	7.5~8.0m
	P. P.	8.5 kg/cm <sup>2</sup>
	S. P.	2.0 "
	N. P.	0.42 "
	S P-NP	1.58 "
目	Q	208l/min

ロ、サクシヨンプロポーションナー使用の場合

第4表

ホースの種類 mm	水 単 独		すべり水6%原液吸入	
	50	65	50	65
ポンプ圧力(P. P.)kg/m <sup>2</sup>	4.0	4.4	4.1	4.5
ノズル圧力(N. P.) "	1.9	3.0	2.0	3.2
P. P. - N. P. "	2.1	1.4	2.1	1.3
放 水 量 Q l/min	230	310	240	310
放水射程距離 m	18.5	20	21	25
薬液吸入 %	—	—	5.55	5.3
ホース使用本数	10	10	10	10
ノズル口径 mm	16	16	16	16

(5) 薬剤の経年変化の測定結果

30ppm すべり水使用の場合

第5表

項目	月数	月数			
	初日	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
放水射程距離 (cm)	(39) 59	57	56	55.5	54
放 水 量 (l/min)	(15.85) 23.07	23.07	23.0	21.45	20.8

( )内は水の場合

5. 考 察

(1) 粘度測定

すべり水の各濃度、温度別における粘度測定を行った結果第6図のとおり濃度60ppmまでは、水とほとんど変化が見られなかった。

しかし3%用6%用に作った原液の濃度は高いた

め、第6図のとおり高粘度となっている。

## (2) 限界流速の測定

層流と乱流の限界点を測定し、すべり水と水を比較して、すべり水の特長をみるために行なった。

まず弁V<sub>1</sub>によりT管内に液を流し管内の平均流速 $v$ を変化させ、同時にB槽から着色液を少量流し、T管内の液の流れの状態を観測した。流速がある値 $v_0$ より小さい時には、B槽からの着色液は明瞭な1本の線をなして流れる。しかし平均流速が $v_0$ より増加した時は管の先端の方からみだれ始め、さらにそれ以上の平均流速では、着色液の線の乱れは入口の方までおよぶ。これらのことからT管内の平均流速が $v_0$ を境として流れの状態が異なる。 $v_0$ が小さい時は各層の流跡は整然とした平行線となり層流である。

一方 $v_0$ が大きい時は不規則な運動によって、混乱しながら流れるいわゆる乱流となる。

レイノルズ数1,000程度の第1図装置により限界流速を測定した結果は第1表のとおりすべり水よりも水の方が低流速のうちに乱流となり、約8.5~18%程度すべり水の効果が現われている。

## (3) 自然圧(落差方式)による放水量および放水射程距離の測定

イ. 細いゴムホースを使用した場合は、水よりもすべり水の方が放水量、放水射程距離とも約40~50%程度増加する、このことは管内径が細く、また内面の粗度が影響し、すべり水の効果が現われたものと思われる。

ロ. 40mmゴム内張ホースを使用した場合は水とすべり水の各濃度別における比較を行なった結果は、第7図のごとく放水射程距離の2本の場合、最大射程の60ppm濃と水との差約5%増程度で共に変化は少なく、すべり水の効果はほとんど現われていない。

4本の場合には水よりもすべり水濃度10ppm時で13%程度、15、30、60ppm時で約25%増となりすべり水の効果が現われている。

次に放水量についてみると、計算によって求められるが、ここでは容器に取り直接放水量を測定した。ホース2本の場合、最大放水量の60ppmと水との差約20%、30ppmで約17%程度、他の濃度においても大差はない。

4本の場合のそれは60ppmで27%、30ppmで約24%、15ppmで約15%増程度であり、放水射程距離、放水量共に2本より4本の時に効果が現われている。

## (4) 薬液混合装置を用いた場合

イ. ラインプロポーションナー使用の場合

この方法は補足的に行なったもので、ホース使用本数が限定されており、薬液使用目的に合わないが、薬剤混合方法からの効果が得られるかどうか行なってみた。

試験結果ではすべり水の効果はほとんど得られなかった。これはホースの本数が少ないことと、ラインプロポーションナーで吸入される時に、すべり水の薬剤ポリオクスの鎖状高分子が切断され、薬剤の本来の役目をしないことも相乗しているものと考えられる。

ロ. 吸口側サクシジョンプロポーションナー使用の場合

ポンプ圧力を一定にし、薬剤を6%吸入させて、すべり水と水の差を調べたが、放水射程距離については、50mmホース10本使用の場合13%、65mm10本使用の場合19%程度であり、損失圧力(ノズル圧力)はほとんど変化がみられず、ホースの使用本数の割合いに効果はみられない。これも薬剤がポンプ内を通過するため、ポリオクスの鎖状高分子が切断され、効果が少なくなったものではないかと考えられる。

## (5) 薬剤の経年変化

薬剤を使用する場合の経年変化については、30ppm溶液を作り、これを一定期間置いて3の(3)イの方法により放水射程距離、放水量の比較を行なったところ2~3ヶ月目より徐々に効果が落ちてくる、4ヶ月経過後における効果は減少しているが、水と比較すれば効果はかなり残っている。

## 6. ま と め

ホース内を流れる水の摩擦抵抗は、真の抵抗つまり流体内の分子間引力、流体と壁面の分子間引力、流体の乱流における混乱状態等であり、乱流における摩擦抵抗がほとんどとされている。

ホースの摩擦損失については、係数を示す実験式が出されているが、湾曲とカップリングによる損失を合計して、ホース損失の10%程度をみるのが妥当とされている。

ホースの摩擦損失についての試験結果からは、自然圧で放水した場合に、いくらかすべり水の効果が認められるが、東京消防現用の混合方式では、効果はほとんど現われていない。

今回の試験はすべり水の性能の傾向をつかもうとして行なったものであるが、期待した結果が得られなかった。試験の方法および混合方式について、もっと良い方法がみつければあるいは実用化できるかも知れない。