

濡れホースについて

島 光 男*
堀 井 幸 一*
松 本 光 司*

1. は し が き

近代産業の発展にともない消防力の強化整備が行なわれ、消防ホースについても、亜麻ホース時代から全合繊ゴム内張りホースに移行し、性能および取扱い面においても格段の進歩がなされた。その反面、このホースは、延焼火災等に際して、外面の材質に合成繊維を使ったものであるために火熱に対して弱いという欠点があり、これを補う新しいホースの開発について検討されるようになった。

消防用のホースとしては、まったく燃えないものが理想であるが、現段階では耐熱性能を出来るだけ良くすること以外に、最初は、ホースに外面加工を施すことにより、ある程度の放射熱に耐える性能を得る方法を考えてみたが、ホースが直接火災に接したり、その中に置かれた場合には、外面加工による効果は期待できないものであった。

そこで、ホースが炎の中に置かれた状態でも、すぐに焼損破断することなく、耐圧性能を保つことができるホースの研究開発が関係メーカー等ですすめられてきた。

ここに紹介する濡れホースについては、その試作にあたり製造技術等にもむずかしい問題があり、多くの実験と品質の改良を重ねた結果、耐熱ホースとして、その性能を認められるものとなり、実用化される段階になったので、その概要と性能実験等の結果を報告し参考に供したい。

2. 濡れホースの概要

(1) 構造

濡れホースは、現在使用しているゴム内張りホースの性能を変えずに、火熱に対して耐えるように考えられている。すなわち、ホースの表面を耐熱性にする方法としては、ホースに通水加圧することにより、ホースの表面に水をしみ出させ、常に表面を水で

覆う状態にし、ホースの表面が火炎や放射熱により焼損しないようにしたものである。

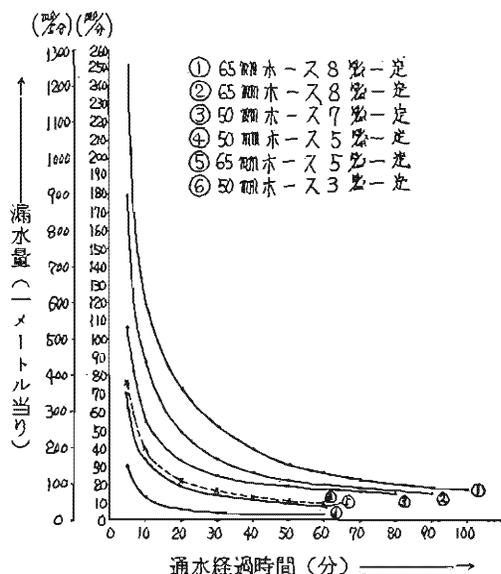
このホースの内張りゴム部は特殊な構造になっており、現在のところ、スポンジ状のゴムを使っているものと、微細な孔をあけたものの2種類がある。スポンジ状のものは、ゴム自体の内部が独立気泡群と、それらをつなぐ微細な孔より成り立ち、表面にしみ出る水の通路は、きわめて複雑な形になっている。ピンホール状のものは、内張りゴムに微細な孔を全面にわたり均一にあけたもので、ジャケットにゴムを内張りする工程で特殊な加工をしたものである。

以上のとおりそれぞれ製作上に特徴があるが、ホース表面にしみ出させる水の通路を複雑な形にしたり、ピンホールの膨張、収縮等が特に良い性質のゴム等を使うことにより、通水圧力に対する漏水量の特性が出来るだけフラットになるような考慮がなされている。

(2) 漏水特性

濡れホースは第1図、第2図に示すような漏水特性

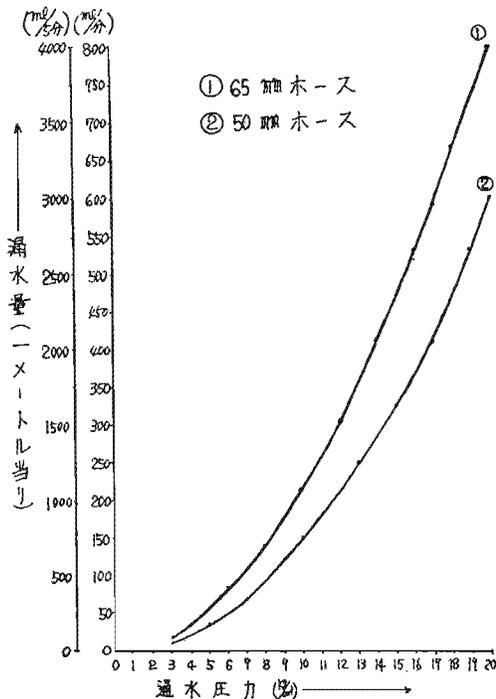
第1図 漏水量特性曲線(圧力一定)



* 第三研究室

をもっている。これは試作ホースについて測定実験を行なった結果から抜粋したものである。

第2図 漏水量特性曲線 (3~20kg/cm²)



漏水量については、ホース1メートル当りから漏出する量をもって表わしている。一定の水圧をかけた場合の通水時間に対する漏水量の減り方は、最初の5分間の漏水量に対し、時間の経過に従って急激な変り方を示し、徐々に減衰率が少なくなり、ある時間経過後一定の値になる。通水圧力を変えた場合の漏水量については通水圧力が大きいほど漏水量増加率も大になる特性をもっている。これらの漏水特性は試料によって相当に幅があるが65,50ミリホースとも同じ傾向の曲線になる。

実験によって求めた曲線から漏水特性を一般式で表わせばおおよそ次のようになる。

○ 通水経過時間と漏水量 (圧力一定)

5分後の漏水量をQとすれば、t分後の漏水量Q_tは

$$Q_t = Q \times \frac{5}{t} \quad (\text{ml/分m})$$

通水圧力と漏水量 (圧力0~20kg/cm²)

圧力5kg/cm²の漏水量をQとすればPkg/cm²における漏水量Q_Pは、

$$Q_P = Q \times \left(\frac{P}{5}\right)^2 \quad (\text{ml/分m})$$

なお、通水圧力、漏水量、長さ(伸び)、直径の変化等の関係については、同一種類の試料でも相当に幅が

あり漏水量の大きいものは、ホースの長さ、直径の伸び率も大きい。

3. 濡れホース、現用ホースの耐熱性能

ホースの耐熱性能については、濡れホース、現用のホース(漏水しないもの)、外面加工ホースの3種の比較実験を行なったので、その結果をまとめてみると次のとおりである。

(1) 実験期日、場所、実験者

昭和42年2月(第1次実験)12月(第2次実験)
東消防実験室、第三研究室員、技術課員

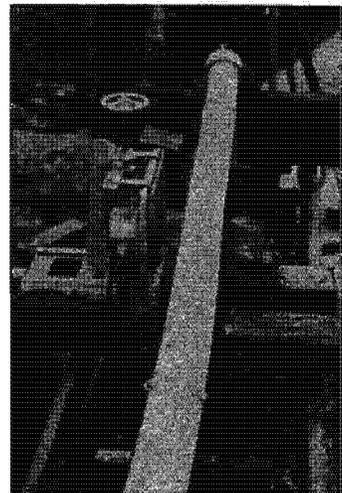
(2) 実験の方法、結果

火熱に対する実験は、通水した状態の各種ホース試料を放射加熱および接炎加熱した場合について行なった。濡れホースについては、どの程度の漏水量ならばホース表面が焼損することなく耐え得るかを実験した。

ア、放射加熱による場合、

放射加熱実験は、試料(短尺1.5メートルホース)に通水加圧し、これを、写真第1に示すとおりホース側面から赤外線ガスバーナー(シュバンプバーナー)で加熱する方法で行なった。各試料は通水圧力を8~10kg/cm²、放射熱量を0.3~0.45cal/cm²secとし、焼損状況の観測と、破断するまでの時間を測定

写真第1 放射加熱実験状況



した。第1表の実験結果を要約すると、

○ 濡れホースの場合、漏水量が35ml/分m程度以上あれば、0.45cal/cm²secの熱量に対しても焼損しない。

○ 現用の外面未加工ホースの場合、L、T(亜麻、テトロン)ホースが比較的好成績である。0.35cal/cm²sec程度の熱量でも破断しなかったのは、L、Tだけである。

○ 外面加工(アルミック)ホースの場合、加熱

第1表 各種ホースの放射加熱実験結果 (65m/mホース)

ホース試料種別	水圧	放射熱量	加熱時間	加熱前の漏水量	結果	
	kg/cm ²	cal/cm ² sec	分, 秒	ml/分/m		
濡れホース (V. T)	8	0.45	4' 22"	15	破断した	×
	"	"	10' 00"	33	異常なし	○
	"	"	10' 00"	32	"	○
現用外面未加工 (V. T)	10	0.30	40"~1' 20"	0	破断した	×
	"	0.35	8' 00"	"	"	×
	"	"	30' 00"	"	破断しない	○
	"	0.40	1' 12"~4' 50"	"	破断した	×
	"	"	1' 35"	"	"	×
現用に外面アルミックス加工 (V. T)	"	0.30	3' 00"~5' 00"	"	"	×
	"	0.35	15' 00"	"	"	×
	"	"	30' 00"	"	破断しない	○
	"	0.40	1' 00"~4' 24"	"	破断した	×
	"	0.40	3' ~50"	"	"	×
現用ダブル未加工 (V. T)	"	0.30	10' 00"	"	"	○
	"	0.35	2' 12"~2' 31"	"	"	×

から破断するまでの時間的延滞が認められるのは、 $0.35\text{cal/cm}^2\text{sec}$ 程度までであり $0.4\text{cal/cm}^2\text{sec}$ 以上の熱流に対しては、未加工ホースの場合と殆んど同じである。すなわち、ホース外面塗布材の耐熱効果は $0.05\text{cal/cm}^2\text{sec}$ 以下の熱流に対して、認められることになる。

イ、接炎加熱による場合、

この実験は、写真第2に示すとおり、灯油を燃焼した炎（温度500~600°C）の中に通水加圧したホース（長さ3メートル）を置いて、同一条件で加熱した場合の耐熱性能について比較したものである。

実験の方法は、まずホースの通水圧力を3~5 kg/cm²（一定）とし、漏水量の測定を行う。その後、オイルパン（800×300×200）に灯油4 lを入れて燃焼し、炎の形と温度が安定した時点で炎の中で各試料を同一条件で5分間加熱した場合のホースの焼

写真第2 接炎加熱状況



写真第3 漏水量測定状況



損、破断状況等の差異を比較してみた。

各種ホースについて、接炎実験の結果は第2表および写真第4~7に示すとおりである。

以上の実験結果を考察すると

(ア) 濡れホースについて

○ 65m/m V. Tホース

通水圧力5 kg/cm²、5分間接炎加熱において、漏水量30~54 ml/分mでは、ジャケットの表面変色、クテ糸の変色、溶解等が認められた。

○ 50m/m V. Tホース

通水圧力3~7 kg/cm²において、漏水量24 ml/分m以下では、3分25秒以内に破断した。漏水量26~38 ml/分mでは、5分間接炎加熱においてジャケット表面に溶解が認められたが破断しなかった。

○ 亜麻ホース（ゴム内張りなし）

亜麻ホースについては、濡れホースと同様な加熱条件において、漏水量 44ml/分m の場合に、ホース表面には、まったく異状なかった。

ゴム内張りのない亜麻ホースは表面から漏水する構造であるから、ホース自体の材質、構造ともに火熱に対して強いものである。

(イ) 現用ホース（漏水しない）について

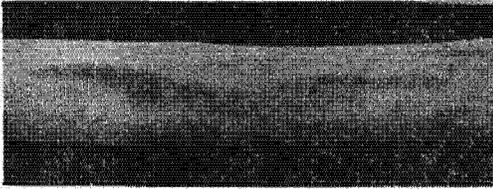
現用の外面未加工ホースおよび外面加工ホースについては、濡れホースと同じ条件で接炎加熱した結果、加熱してから12〜32秒で破断してしまう。したがって、現用のホースは65m/m、50m/mともに炎に接した場合には、非常に弱いものである。

第2表 各種ホースの接炎加熱実験結果

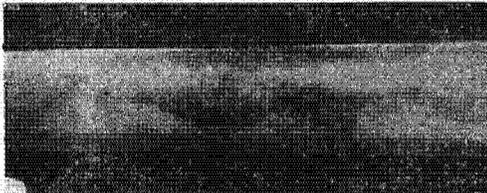
ホース試料種別		圧力 kg/cm ²	漏水量	加熱前の	加熱時間 分、秒	接炎温度 ℃	結 果		
			測定時期 分〜分	漏水量 ml/分m					
濡れホース 65m/m V.T	4-1	5	3〜8	54	5 00	500〜550	表面変色のみ	○	
	4-2	5	3〜8	30	5 00	500〜600	タテ糸変色溶解のみ	△	
		5	1〜6	86	5 00	500〜600	異常なし	○	
	4-3	5	1〜2	43	5 00	600〜700	タテ糸変色溶解破損大	△	
	4-4	5	1〜4	37	5 00	400〜500	異常なし	○	
L L(亜麻内張なし)		5	2〜7	44	5 00	500〜600	異常なし	○	
現用ホース 65m/m 漏水しない	V.T	5-1	5			22秒	500〜550	破断、丸穴状	×
		5-2	5			12	500〜600	破断、タテ糸切れ	×
	L.T		5			27	500〜550	破断	×
		5-3	5			32	500〜600	破断、ヨコ糸切れタテ糸若干	×
外面加工 (ハイパロン)	V.T	5-4	5			28	500〜650	破断、タテ糸、ヨコ糸切れ	×
			5			15	500〜600	輪切れ破断	×
外面加工 (アルミッ クス)	V.T	5-5	5			18	500〜600	破断、タテ糸、ヨコ糸切れ	×
			5			14	500〜600	輪切れ破断	×
濡れホース 50m/m V.T	6-1	5	8〜13	3	35	500〜520	破断、タテ糸切れ	×	
	6-2	5	8〜13	13	2' 09"	520〜620	破断、タテ糸切れ	×	
	6-3	7	3〜8	24	1' 24"	520〜620	破断、タテ糸切れ	×	
	6-4	5	8〜13	26	5' 00	450〜650	表面変色のみ	○	
		7	3〜8	38	5' 00	420〜560	表面変色のみ	○	
	6-5	3	3〜18	13	3' 25"	500〜580	破断、ヨコ糸切れ	×	
L L(亜麻内張なし)			2〜7	44	5' 00	500〜600	異常なし	○	
現用ホース 50m/m 漏水しない	T.V	7-1	5	3〜6		13"	550	破断、ヨコ糸切れ	×
		7-2	5	3〜7		13"	550〜600	破断、ヨコ糸切れ	×

写真第4 65m/m濡れホース接炎加熱実験結果

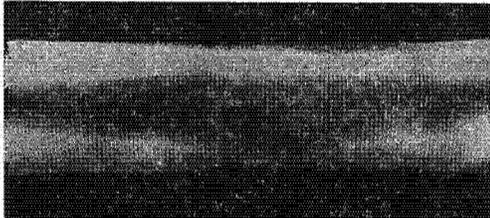
写真No. 4-1 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 5分 表面変色 漏水量 54ml/分・m



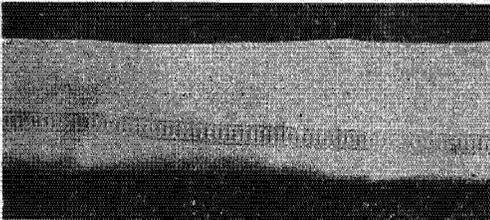
No. 4-2 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 5分 タテ糸変色, 溶解のみ 漏水量
30ml/分・m



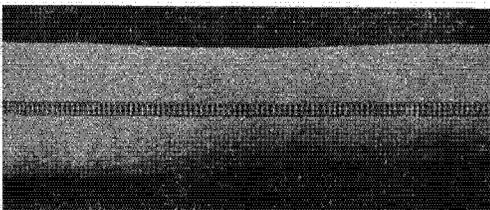
No. 4-3 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 5分 タテ糸変色溶解, 焼損大 漏水量
43ml/分m



No. 4-4 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 5分 異常なし 漏水量 37ml/分・m

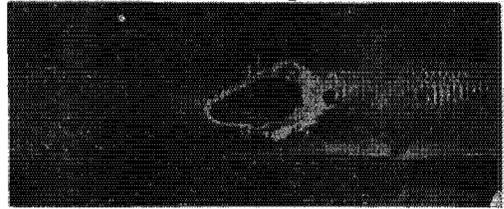


No. 4-5 L. L (亜麻内張なし)
加熱時間 5分 異常なし 漏水量 44ml/分・m

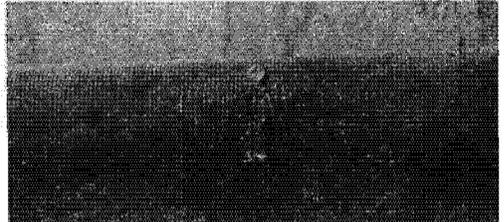


写真第5 65m/m現用 (漏水しない)ホース接炎加熱実験結果

写真No. 5-1 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 22秒 破断



No. 5-2 V. T (ビニロン, テトロン)
加熱時間 12秒 破断



No. 5-3 L. T (亜麻, テトロン)
加熱時間 32秒 破断



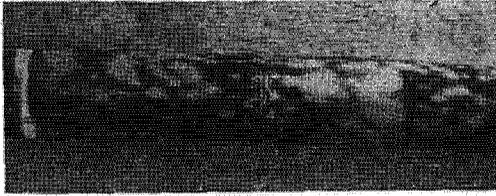
No. 5-4 V. T (ビニロン, テトロン)
外面ハイパロン加工 加熱時間 28秒 破断



No. 5-5 V. T (ビニロン, テトロン)
外面アルミックス加工 加熱時間 18秒 破断



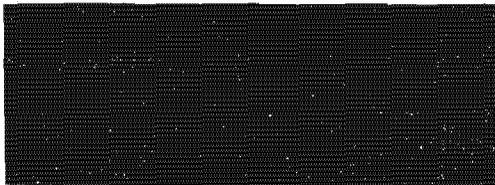
写真第6 50m/m濡れホース接炎加熱実験結果
 写真No. 6-1 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 35秒 破断, タテ糸切れ 漏水量 3
 ml/分・m



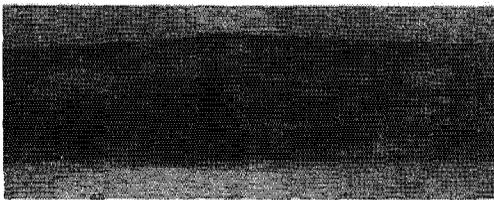
No. 6-2 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 2分9秒 破断, タテ糸切れ 漏水量
 13ml/分・m



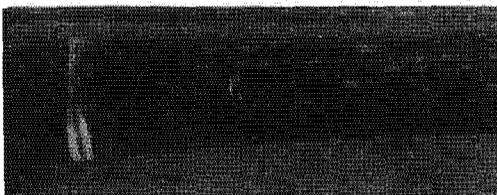
No. 6-3 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 1分24秒 破断, タテ糸切れ 漏水量
 24ml/分・m



No. 6-4 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 5分 表面黒焼, 破断しない。漏水量
 26ml/分・m



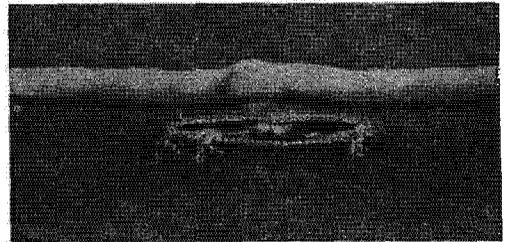
No. 6-5 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 3分25秒 破断, ヨコ糸切れ 漏水量
 13ml/分・m



写真第7 50m/m現用(漏水しない)ホース接炎加熱実験結果
 写真No. 7-1 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 13秒 破断



No. 7-2 V. T (ビニロン, テトロン)
 加熱時間 13秒 破断



4. 結 論

現用の合繊ホースの耐熱性能を良くするためにいろいろな方策が考えられてきたが、実験の結果を総合して考察してみると、現在のところホース表面を常に水で濡らしておく方法、すなわち、濡れホースが、火熱に対し最も強い性能をもっている。今度の耐熱性能比較実験は、相當に苛酷な条件で行なったものであるが、ホースのジャケットを火炎による焼損から防護するためには、1メートル当り50ml/分以上の漏水量が必要である。

漏水量と耐熱性能の関係については、漏水量の多いものほど耐熱性能は無論よいことになるが、むやみに漏水量を多くすると、送水効率を低下させることになるので、実用上の基準と幅を設け、適当な量でおさえることが必要である。漏水量を規定する場合、通水圧力、通水後何分後の漏水量をもって定めるかは、充分に検討を要する問題である。

なお、内張りゴムについては、同一の漏水特性のものを作ることがむずかしく、今後の製作にあたって、特に技術的研究を要する点である。ホースの直径と漏水量の関係については、一般に次のとおりである。

ホースAの直径： D_1 ホースBの直径： D_2 ホースA, Bの単位長さ当りの表面積： A_1, B_1 ホースA, Bの単位表面積当りの漏水量： w_1, w_2 ホースA, Bの単位長さ当りの漏水量： W_1, W_2 とすれば $W_1 = A_1 \times w_1, W_2 = A_2 \times w_2$ 、ここでホース

A, Bの単位表面積当りの漏水量を同じに保持するならば, $W_1 : W_2 = A_1 : A_2$, 漏水量と直径の関係は, $W_1 : W_2 = D_1 : D_2$ すなわち, 漏水量は直径の比できめればよいことになる。

次に機械的強度について考察してみると耐圧力性能は, 現用のホースと同じ程度であるから問題ないが, 内張りゴムの構造, 材質等について, 引張り, 剪断力に対し損傷を受けやすい弱点もあるので, さらに研究改良を加える必要があると考える。以上のとおり, 濡れホースについてはさらに改良を要する点もあるが, その実用性を十分に認めるもので, すでにその一部試作品について, 実用配置の段階にあり, 老化状況等について把握することになっている。

濡れホースについてはその後関係機関等で規格化がさげられた結果, 昭和43年9月省令をもって, 制定公布された。漏水量の規格は次のとおりである。漏水量については水圧を2分間で5 kg/cm²とし, その水圧で13分間保持したうちの最後の5分間の平均漏水量をもって規定している。

ホース直径m/m	漏水量cm ³ /分m
65	50以上~250以下
50	40以上~200以下
40	30以上~150以下