

消防ホースの効果的修繕方法について(第1報)

富 山 富 一*
 堀 井 幸 一*
 池 辺 昇 一*
 村 上 信 義*

1. はじめに

消防ホースは、消防器材の中では使用頻度が高く、かつ、実火災や訓練等の過酷な条件下で使用されているが、主な構成素材は、繊維とゴムであるため、摩擦や突起物等との接触によって損傷を受けやすい。

特に最近では、火災防ぎ中の損傷や、修繕した箇所からの水漏れが多いといわれている。

ホースの損傷箇所を適正に修繕し、再使用することは、隊員の安全と、効率的に消防活動をするため、又、経済的な面からも重要なことである。しかし、実情は、損傷の種別、程度など異なるものに対し、どのように修繕をすればよいのか不明な点が多い。そこで効果的な修繕方法を究明するため、一連の実験を行なったのでその概要を報告する。

2. 消防ホースの一般的構造

現在、当庁で使用しているホースは、図1の通り表面はジャケットと呼ばれる合成繊維の横糸と縦糸で編成され、ジャケット表面には、路面等との摩擦や、劣化防止、及び繊維への吸水防止のため合成樹脂製のコーティングといわれる被覆がなされている。最近のホースジャケットの繊維には、縦糸にビニロン、横糸にテトロンあるいは、縦糸、横糸ともにテトロンが使われている。

内面は、ジャケットに密着して、水漏れを防止する内張ゴムといわれる薄い天然又は、合成ゴムが接着されており、材質厚みは、メーカーによ

て異なるが、厚みは0.7mm程度のもが多い。

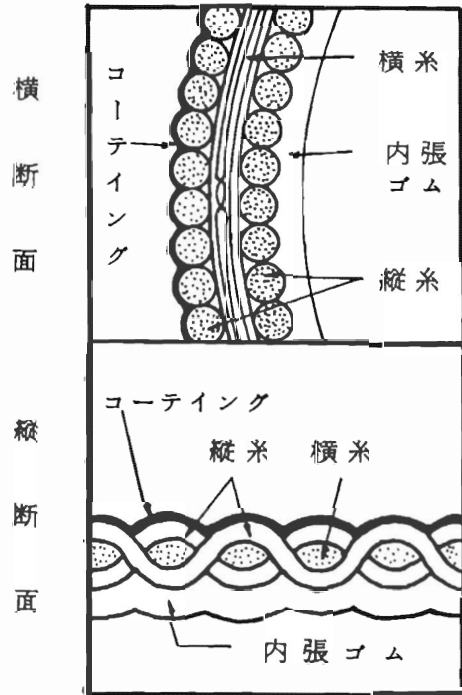


図1 ホース構成図

3. ホースの損傷状況

ホースの損傷要因及び種別は、次のとおりである。

- (1) ホース延長時又は、防ぎ中の移動にともなう路面、あるいは建造物等との摩擦によるもの
- (2) ガラス、釘など突起物等によって、穴あき、裂傷したもの
- (3) 火災による熱、又は、火の粉その他の燃焼

* 第三研究室



写真1 消防署で使われていたホース

物との接触により焼損したもの

(4) 経年劣化によるもので、特に折山部のジャケットの劣化及び内張ゴムの亀裂、軟化したもの

(5) 化学物質との接触により劣化したもの

各消防署では、ホースの点検、保守を行っており、傷損程度に応じて修繕し、再使用するほか、配置年度等により使用区分などを決め、なお損傷程度がひどいものは、定期的に廃棄処分されている。

写真1は、消防署で修繕しながら使っていた損傷個所の多い50mmφホースの例で、1本のホースに約20個所のパッチが張られているものである。

外国の消防機関では、各消防署で損傷したホースを集め専門職が修繕し、消防署へ再配置しているところもある。

4. 実験項目及び方法

ホースの修繕を効果的に行うためには、損傷の種類別、程度と接着剤の種類別、修繕用パッチ（綿帆布製、厚さ約1mm）の大きさによる差異及び接着方法等の良否について究明する必要があり、次の項目について比較実験を行なった。

(1) ホース表面を構成する縦糸、10~20本連続して切断した場合

実際に使っているホースの損傷部分を見ると、路面等の摩擦によりジャケット表面の縦糸だけが図2のような切断状況になっているので、試料により、その状況を再現し、修繕しないもの及び修繕したものについて、耐圧試験を行なった。

(2) 縦糸（6、12、20本）及び内張ゴムを同時に切断し、パッチ一枚張りの場合

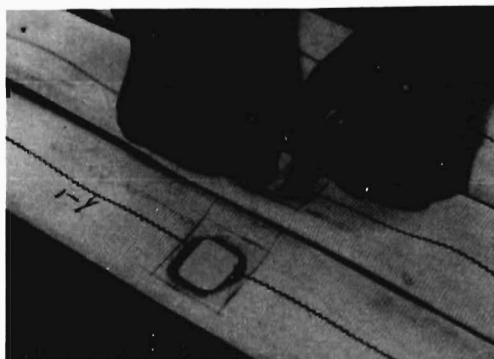


写真2 ホースの修繕

(3) 横糸（2、3、6本）及び内張ゴムを同時に切断した場合

ア、パッチ一枚張りの場合

イ、横糸2本を切断し、パッチ二重張りの場合
ウ、特殊な傷口補修液で補修後、パッチ一枚張りの場合

エ、自動車チューブ修繕用ゴムパッチとホース修繕用パッチを二重張りした場合

(4) ジャケット及び内張ゴムに3mmφ及び6mmφの打抜き穴をあけ、パッチ一枚張りの場合

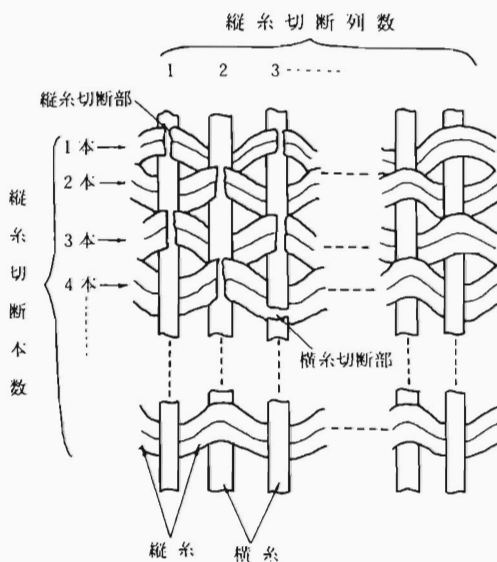


図2 縦糸、横糸切断本数と切断列数

実験試料としたホースは、呼称50mmφ又は65mmφホースで、新品又は廃棄ホースのうち、損傷のない部分から長さ60cmのものを各3本採取し、刃物等を使いホース中央部に次の要領で傷を作ったものである。

ジャケット部のみに傷を作る場合は、図2のようにホース表面側の縦糸、横糸を内張ゴムが損傷

しないようにナイフで順次切断した。

縦糸又は、横糸及び内張ゴムを同時に切断する場合は、ホース内に木台を挿入し、平型彫刻刃を縦糸又は横糸と直角にあて、内張ゴムまで一直線に切断した。

ジャケット部及び内張ゴムに同時に穴をあける場合は、上記と同様に木台を挿入し、口径3mmφ及び6mmφの打抜き用ポンチを使い、ポンチの中心が横糸の中心にくるようにして打抜き穴をあけたものである。

接着剤の塗布要領、耐圧試験方法等については、次の通り行なった。

傷を作った試料ホース及びパッチには、接着剤を塗布範囲5cm角に対し表1の通り塗布した。

耐圧試験は、最高使用圧力30kg/cm²のプランジャーポンプを使い、表2の通り一度に圧力を上げることなく、各圧力で十分に状況を観察できるように2分ごとに順次圧力を上げ、さらに当庁が常用圧力としている17kg/cm²では、40分間とし、漏水や剝離の状況を調べた。

ダイヤボンド582の接着剤を使いパッチ等を張った後の放置日数は7日以上とした。

表1 接着剤塗布量及び乾燥時間

塗布回数	ホース側への塗布			パッチ側への塗布
	1回目	2回目	3回目	1回
塗布量(ml)	1.5	0.75	0.75	0.5
乾燥時間(分)	20	15	15	15

表2 耐圧試験方法

圧力(kg/cm ²)	耐圧時間(分)	備考
2	2	12分間
5	"	
7	"	
10	"	
12	"	
15	"	
17	40	40分間
20	2	10分間
22	"	
25	"	
27	"	
30	"	

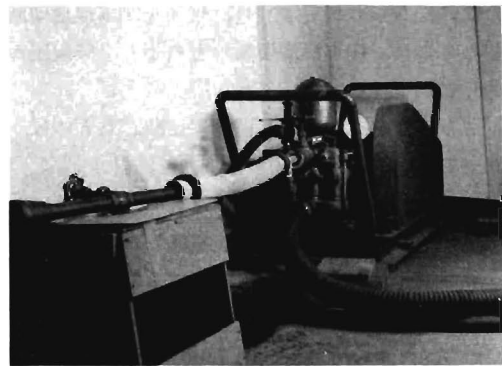


写真3 耐圧試験の状況

なお、損傷部に接着剤を塗布する前に、ホース表面は、次の前処理をした。

- (1) 試料をよく水洗いし、表面のコーティングや汚れを取り除き乾燥する。
- (2) 金属ブラシを使用し、パッチ補修範囲の表面を擦り、繊維表面を若干毛羽だてる。
- (3) 傷口部分の繊維を若干ほぐし、接着剤がジャケット部に浸透しやすくする。

パッチを接着した後は、接着効果を良くするためにパッチの上から木ハンマーで軽く打撃する方法で行なった。

5. 実験結果

- (1) ホース表面のジャケットのみが損傷した場合、パッチを張らないもの

図2に示すように縦糸を10本、8列切断した場合

内張ゴムが破裂し、噴水を起す圧力(以下、破裂圧という)は、約25~30kg/cm²

同様に縦糸を20本、10列切断した場合破裂圧は、約15~20kg/cm²

縦糸を10本、6列、横糸1本切断した場合破裂圧は、約10~12kg/cm²

さらに横糸を2本切断した場合破裂圧は、約5kg/cm²

図3は、ジャケット部の損傷程度と破裂圧の関係を示したものである。

この図からわかるように、縦糸を20本程度切断したものは、10本程度切断のものより、破裂圧が約 $\frac{1}{2}$ に低下する。

さらに横糸が1~2本同時に切断したものは、5~7 kg/cm²まで破裂圧が低下した。

イ、5 cm角のパッチを張ったもの

これらジャケットのみが損傷した時点でパッチを張った場合は、この実験において最も損傷程度が大きい場合でも、30kg/cm²以上の耐圧が認められた。

(2) 縦糸及び内張ゴムが同時に損傷した場合

縦糸の切断本数が6本、12本、20本のものに5 cm角のパッチ一枚張りし、耐圧試験を行なった結果は図4に示すとおりである。

縦糸の切断本数が12本程度になると2kg/cm²ぐらゐの低圧でもにじみが発生する。

縦糸を20本切断する場合は、約25kg/cm²でパッチが剥離しはじめる。

噴水が出はじめる圧力は、約20kg/cm²であり、漏水量を測定したところ図5のとおり、縦糸6

- : 縦糸10本切断
- x: 縦糸20本切断
- △: 縦糸10本及び横糸1本切断
- : 縦糸10本及び横糸2本切断
- : 縦糸20本及び横糸1本切断
- ▲: 縦糸20本及び横糸2本切断

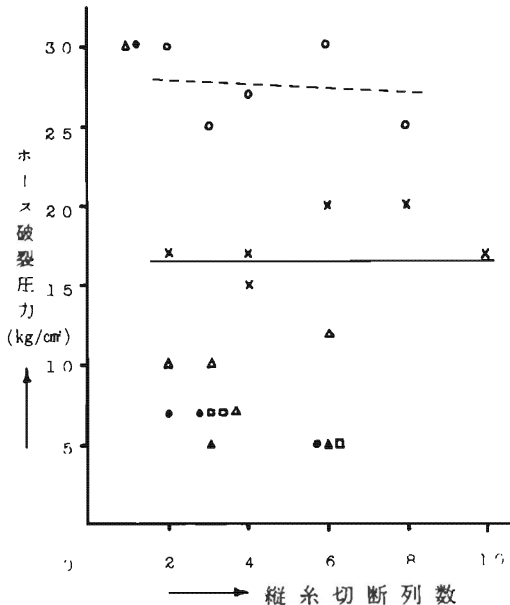


図3 パッチを張らないもの、ジャケットのみ損傷した場合 (50mmφホース)

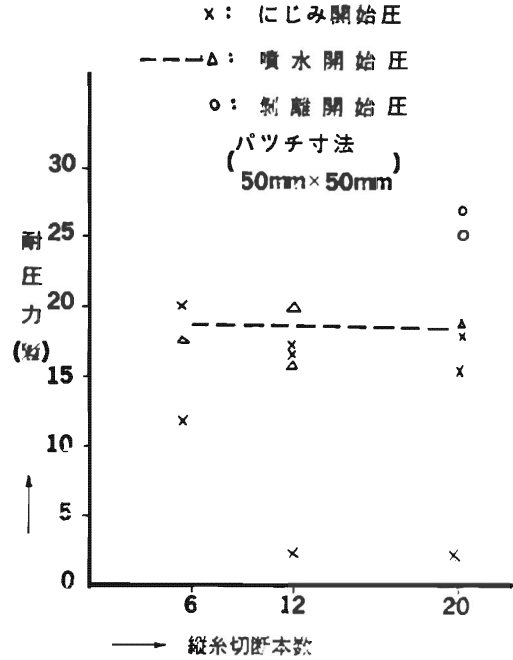


図4 縦糸切断本数と耐圧状況 (50mmφホース)

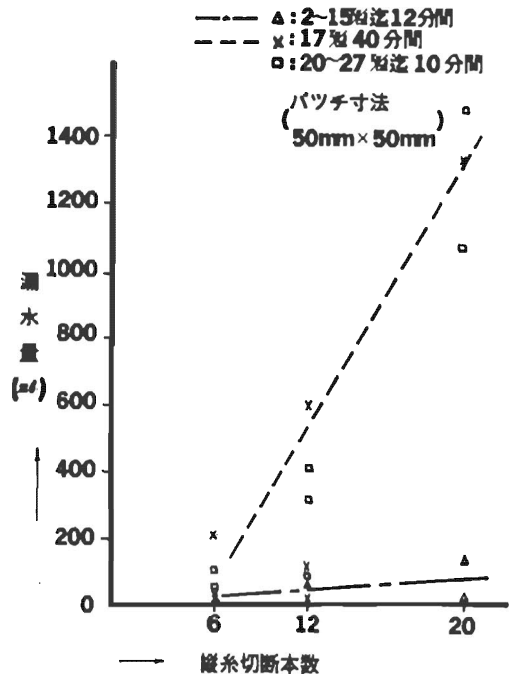


図5 縦糸切断本数と漏水状況 (50mmφホース)

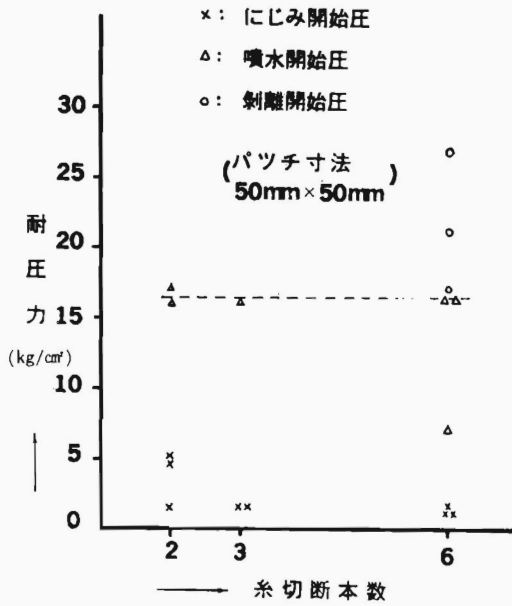


図6 横糸切断本数と耐圧状況 (50mmφホース)

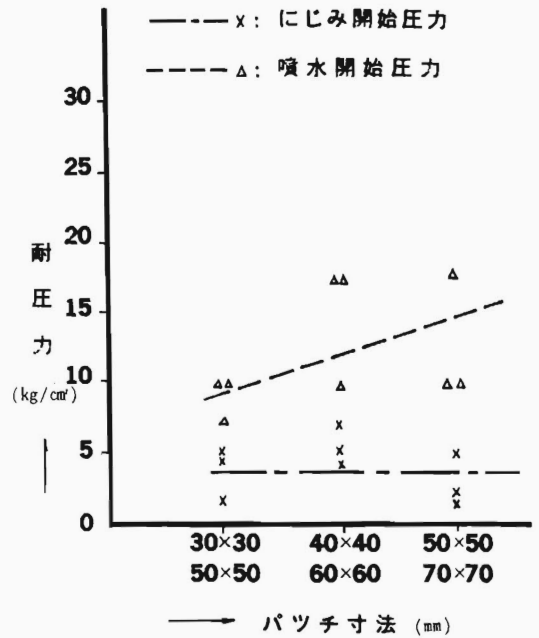


図8 横糸2本切断時のパッチ寸法と耐圧状況 (50mmφホース)

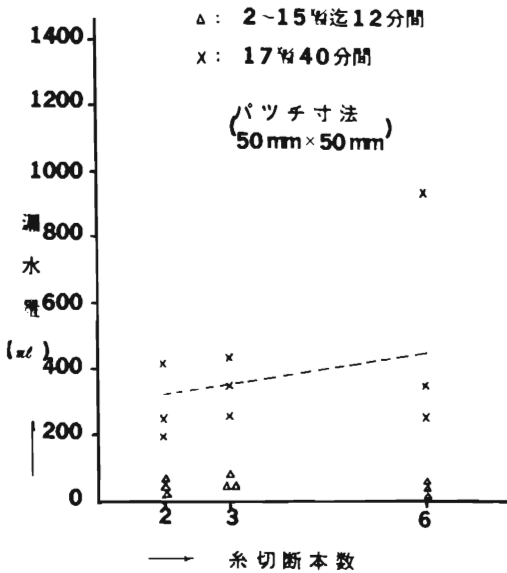


図7 横糸切断本数と漏水状況 (50mmφホース)

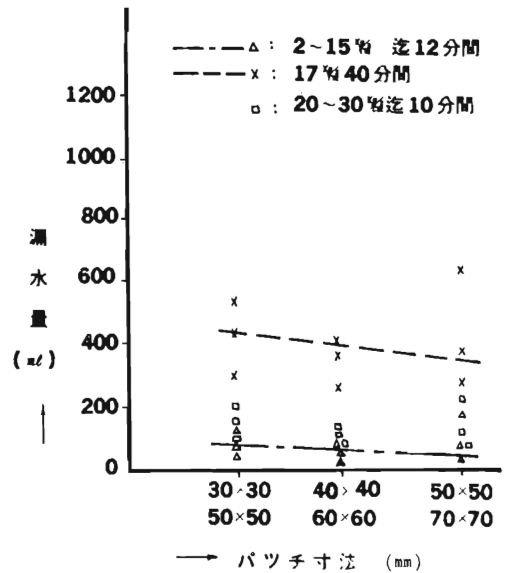


図9 横糸2本切断時のパッチ寸法と漏水状況 (50mmφホース)

本切断の場合、17kg/cm²、40分間の加圧条件で、200ml程度であったが、傷を大きくするにしがって増加する傾向をしめした。

なお、この実験において、にじみ、噴水、剝離については、次のような状態のことである。

にじみとは、ジャケット表面に水が浸透してくる状態、噴水とは、パッチの周囲、または、表面から糸状の噴水が出る状態、剝離とは、噴水量が多く、激しくなった状態。

(3) 横糸及び内張ゴムを同時に切断した場合

ア、パッチ一枚張りの場合

横糸の切断本数が、2本、3本、6本のものに5cm角のパッチ一枚張りし、耐圧試験を行なった結果は、図6に示すとおりである。横糸切断の場合は、切断本数が2本でも水圧2kg/cm²でにじみが発生し、17kg/cm²程度で噴水がはじまる。

横糸を6本切断した場合は、約17kg/cm²でパッチが剝離しはじめる。

漏水量は、水圧17kg/cm²、40分間の加圧条件で、いずれの場合も、200~400mlである。

イ、パッチ二重張りの場合

- パッチ寸法、3cm角(下張り) 5cm角(上張り)
- 〃 4cm角(〃) 6cm角(〃)
- 〃 5cm角(〃) 7cm角(〃)

横糸2本切断し、上記のパッチを二重張りし、耐圧試験を行なった結果は、図8、9のとおりである。

この結果からみるとパッチ二重張りの効果は、一枚張りの場合とほぼ同じである。

ウ、パッチと傷口補修液を併用した場合

ジャケット及び内張ゴムを切断したものは、低圧でも、パッチを張った部分から漏水がおこるため、特殊な傷口補修液を損傷部に塗り、この上にパッチを張ったものについて、耐圧試験を行なった結果は、表3に示すとおりである。この修繕方法は、これまでに行なってきたものの中では、にじみ、噴水もなく、耐圧30kg/cm²まで異常が見られず良好な成績であった。

エ、自動車チューブ修繕用ゴムパッチを張った場合

自動車チューブ修繕用ゴムパッチ(ホットパッチ)を用いた場合には、ゴムパッチ上部から熱を加えるため、ホースジャケットの織目にくい込み密着度はかなり良いが、ホース修繕用パッチを併用したのもでも、表3のとおり特に良好な結果は得られなかった。

(4) 縦糸、横糸及び内張ゴムが同時に損傷した場合

ジャケット及び内張ゴムに3mmφ及び6mmφの打抜き穴をあけ、3cm角、5cm角のパッチを一枚張った場合の耐圧試験結果は、図10に示すとおり、2~3kg/cm²でにじみが発生、7~15kg/cm²で噴水状態がはじまり、6mmφの穴をあけたものは5cm角のパッチでも20kg/cm²以上になると剝離する傾向がみられた。

なお、打抜き穴の径が3mmφでは、横糸1本、縦糸3本、6mmφでは、横糸3本、縦糸8本が切断された状態である。

表3 綿パッチ、傷口補修液併用及び自動車チューブ修繕用パッチの実験結果

	接着剤	傷の種類	傷口の補修液	補修用パッチ	水 圧 (kg/cm ²)			備 考
					にじみ発生圧	噴水開始圧	剝離開始圧	
1	ダイヤボンド 582	横糸2本切断	ラテックス ゴム液	綿 帆 布 (5cm×5cm角)	30以上	30以上	30以上	接着後の放置日数7日
2	〃	〃	ダイヤボンド 582	〃	2	17~25	〃	〃
3	エスダイン 271	〃	ラテックス ゴム液	〃	30以上	30以上	〃	接着後の放置日数3日
4	ダイヤボンド 582	〃	使用しない	ゴムパッチ (3cm×3cm角)	2~5	12	12	接着後の放置日数7日
5	〃	〃	〃	ゴムパッチ (3cm×3cm角) 綿 帆 布 (5cm×5cm角)	2~15	7~12	17	接着後の放置日数7日 { 下張り ゴムパッチ 上張り 綿 帆 布

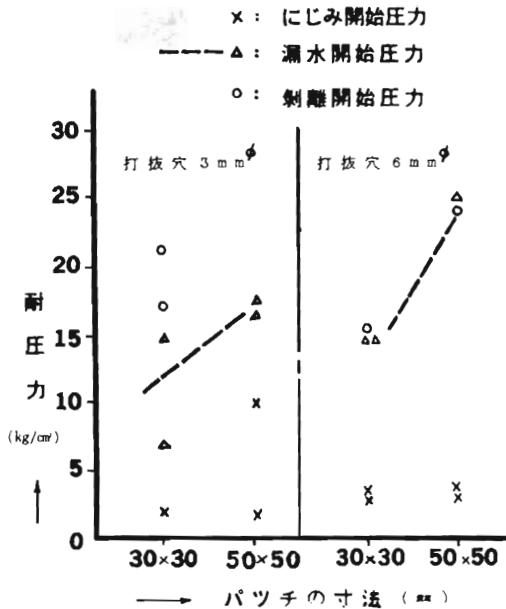


図10 打抜き穴 3mmφと 6mmφのパッチ寸法と耐圧状況 (50mmφホース)

6. 考 察

今回の報告は、従来から一般的に行なっているホースの修繕方法によって基礎的な実験を通算2年にわたって行なった結果をまとめたもので、実験結果を総合的に考察すると概ね次のようなことが言える。

ホース表面が路面等と摩擦した状態を再現し、横糸をカバーしている縦糸を10本8列、又は、20本10列切断した場合は、切断列数を10列程度まで増やしても破裂圧は、17kg/cm²以上であり、これと同時に横糸1～6本切断すると破裂圧が $\frac{1}{3}$ 程度に低下するが、この程度の傷に対しては、パッチを張ることにより水漏れもなく、耐圧は30kg/cm²以上得られる。従って内張ゴムまで損傷しないうちに修繕の方が当然のことながらかなり得策である。

ジャケットと内張ゴムを同時に切断した場合、横糸では3本、縦糸では10本程度、また、突起物の突き刺し、火の粉等による焼損を想定した打抜き穴では、3mmφ程度であれば、17kg/cm²以下の水圧に対し5cm角のパッチでも剝離する傾向がなかった。又、このときの漏水量は、17kg/cm²、40分間の加圧条件で最大約400mlであり、この程度であれば火災防ぎよ時間から見て特に問題になる量とは思われない。

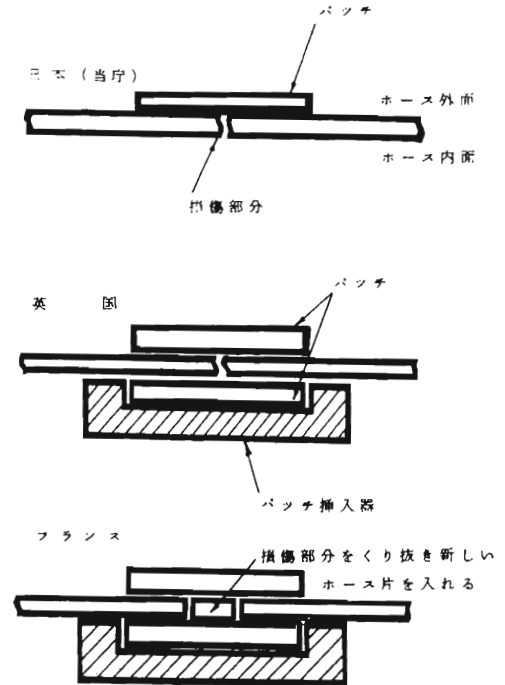


図11 パッチのはり方

なお、損傷部を一旦、特殊な補修液で補修後、従来のパッチを張る方法は、かなり効果的であると思われる。

修繕した個所からのにじみや漏水を少なくするには、内張ゴムを完全に補修する方法が効果的であると考えられるので、今後これらの修繕方法、器材等の研究開発を行なっていく必要があると思われる。ホース内面からの修繕は、外国消防機関で行なっているところもあり、入手資料によると、英国及びフランスで行なっている修繕方法は、次のとおりである。

(1) 英国の方法

図11に示すように内張ゴムの汚れを取り除いた後、接着剤をつけたパッチをパッチキャリアーとよばれる挿入器に乗せ、これをホース内の傷口部位まで挿入した後、接着部を加硫器で10～30分間加硫し、さらにホース表面にパッチを接着する。

傷口が大きく、5mm以上損傷しているものは、内側のパッチとジャケットをナイロン糸で縫い合わせた後、ホース表面にパッチを張り付けて加硫する。5mm程度の傷を修繕したものは、新しいホースの場合で40kg/cm²、長期使用のもので14kg/cm²程度の耐圧があるといわれている。



写真4 パッチ周辺へにじみの状況(着色水)

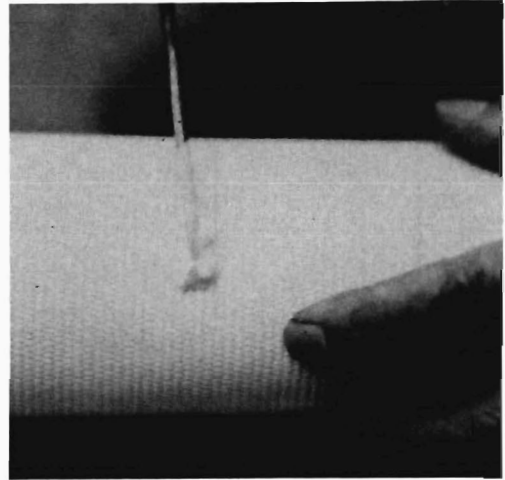


写真7 特殊補修液



写真5 パッチから噴水の状況

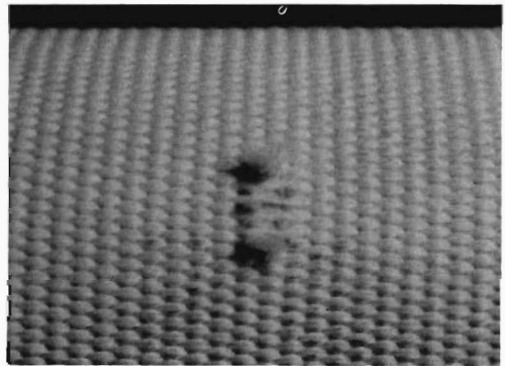


写真8 ジャケットのみ損傷の状況

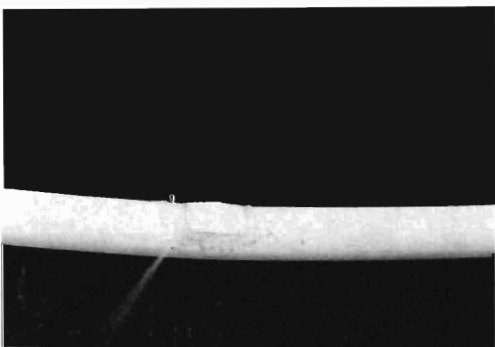


写真6 パッチ剝離の状況

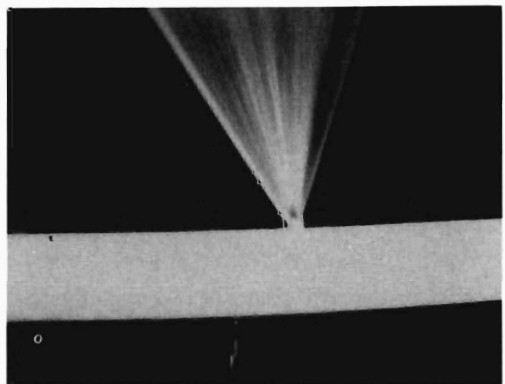


写真9 ジャケット損傷個所の内張ゴムが破れた状況

(2) フランスの方法

図11に示すように損傷部分を10mmφ位くり抜き、この穴に新しいホース片を入れ、内側とホース表面にパッチを張りつける。

今回の実験では、接着剤としてダイヤボンド582を使って、一連の実験を行ってきたが、接着剤の種別によるパッチ接着効果の差異については、今後詳細に実験を行なう予定である。

7. おわりに

ホースの修繕方法は、すべて手作業で行ない、接着剤塗布量も微量であり、接着効果も気象条件で異なるなど、耐圧力に影響する要因が多く、結

果的に大きなばらつきを生じるものと思われるが、なかでも特に作業者の経験や技術が大きく影響するものと思われることから、今後は、さらに実験を重ね、できるだけ簡易にだれでも修繕できる方法を検討していきたい。

又、これら実験結果を参考にホースの保守、管理及び火災時におけるホースの運用を行なっていたければ幸いである。