

消防団ポンプ車運用マニュアル



栄町消防団

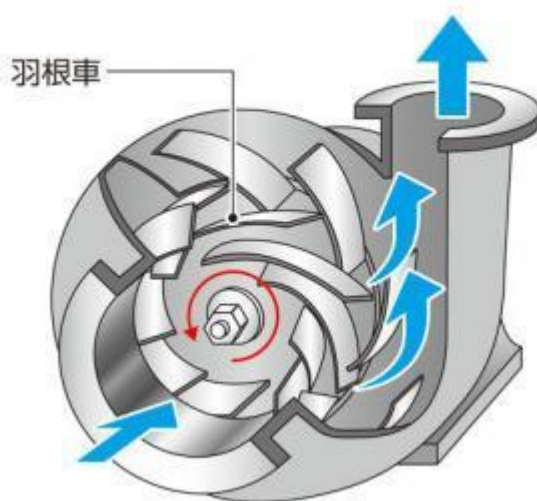
1、ポンプの構造

1) 消防ポンプの概要

現在、特殊なものを除き消防用ポンプとして使用されているものは、遠心ポンプである。圧力は低いもので $0.5[\text{MPa}]$ 、高圧のもので $3[\text{MPa}]$ 、また放水量は小型のもので $0.4[\text{m}^3/\text{min}]$ 、大型のもので $10[\text{m}^3/\text{min}]$ にも達する。

ポンプの動力としては、エンジンや電動機が用いられ、直接又は歯車等を介してポンプ等を駆動する。内燃機関によるものは、消防ポンプ自動車等の移動式として、電動機の場合は、屋内消火栓等の定置式に多く利用されている。

羽根車をケーシング内で回転させ液体にエネルギーを与えるポンプのうち、羽根車から吐き出される流れが、主として主軸に垂直な面内にあるポンプを遠心ポンプと呼び、現在多くの消防に遠心ポンプが利用されている。



また、遠心ポンプの利点は、次のとおりである。

- ① 電動機、内燃機関など高速回転する原動機と連結して運転するのに適する。
- ② 水量や揚程を変化させて広い範囲に使用できる。
- ③ 他の形式に比べて小型、軽量で据付面積が少ない。
- ④ 比較的振動が少なく連続して使用できる。

- ⑤ 多少の泥や砂を含んだ水を
揚水しても支障なく運転できる。
- ⑥ 比較的構造が簡単で取扱いが容易である。
- ⑦ 水量や圧力の調節が容易である。

2) 呼水装置の構造

・消防ポンプに使われる遠心ポンプは、ポンプ位置よりも低所から吸水する場合、まず、ポンプ内や吸管部に水を満たした状態にしないと吸水ができない。このため、呼水装置として真空ポンプが取り付けられている。

・真空ポンプは、ポンプ内や吸管内の空気を吸入・排出して、真空状態を作ることによりポンプ内に水を揚水するものである。真空ポンプには偏心ロータリーベーンポンプが使われている。その構造は、ケーシングと中心をずらしてローター（回転体）があり、ローターの溝には、ベーン（羽根）が挿入されていて、ローターが回転するとこれが遠心力により飛び出すため、ケーシングとの機密を保ちながら吸入した空気を排気口から送り出す機構になっている。

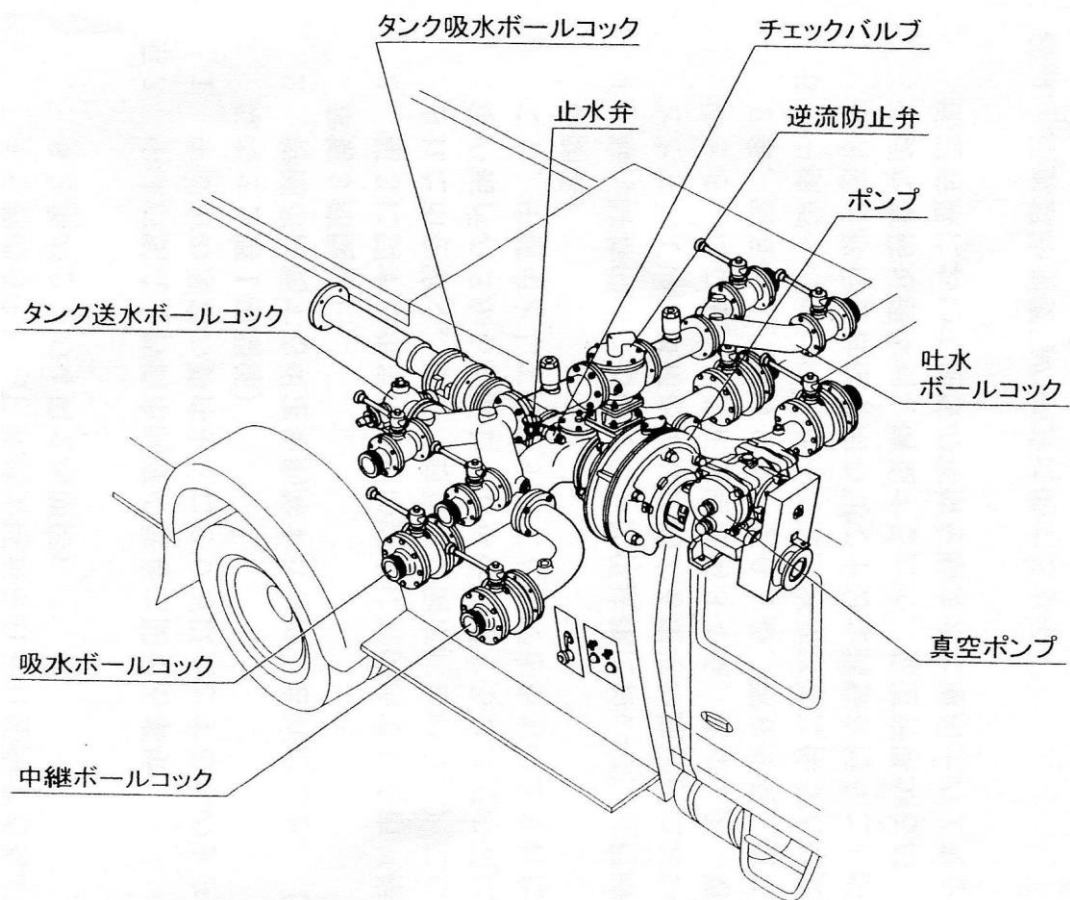
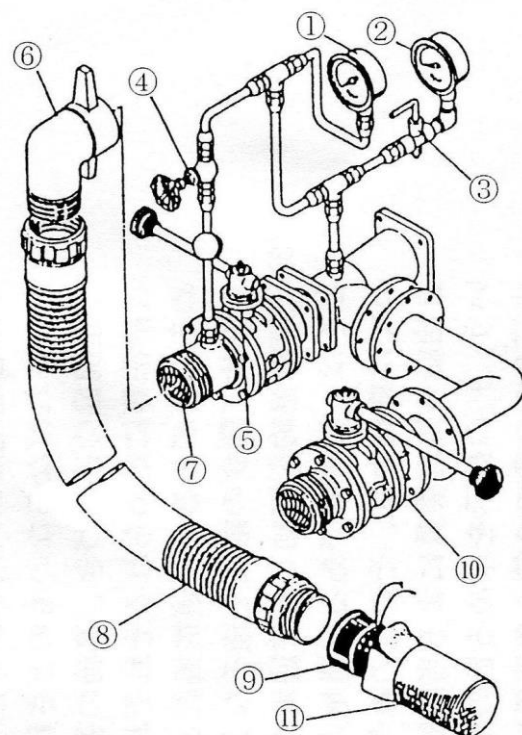


図 1-27 ポンプ装置の配置



- ① 連成計
- ② 真空計
- ③ コック
- ④ エゼクタ装置
- ⑤ 吸水口コック
- ⑥ 吸口エルボ
- ⑦ 吸水口ストレーナー
- ⑧ 吸管
- ⑨ 吸管ストレーナー
- ⑩ 中継吸水口コック
- ⑪ 吸管ちりよけかご

図 1-42 吸水配管系統

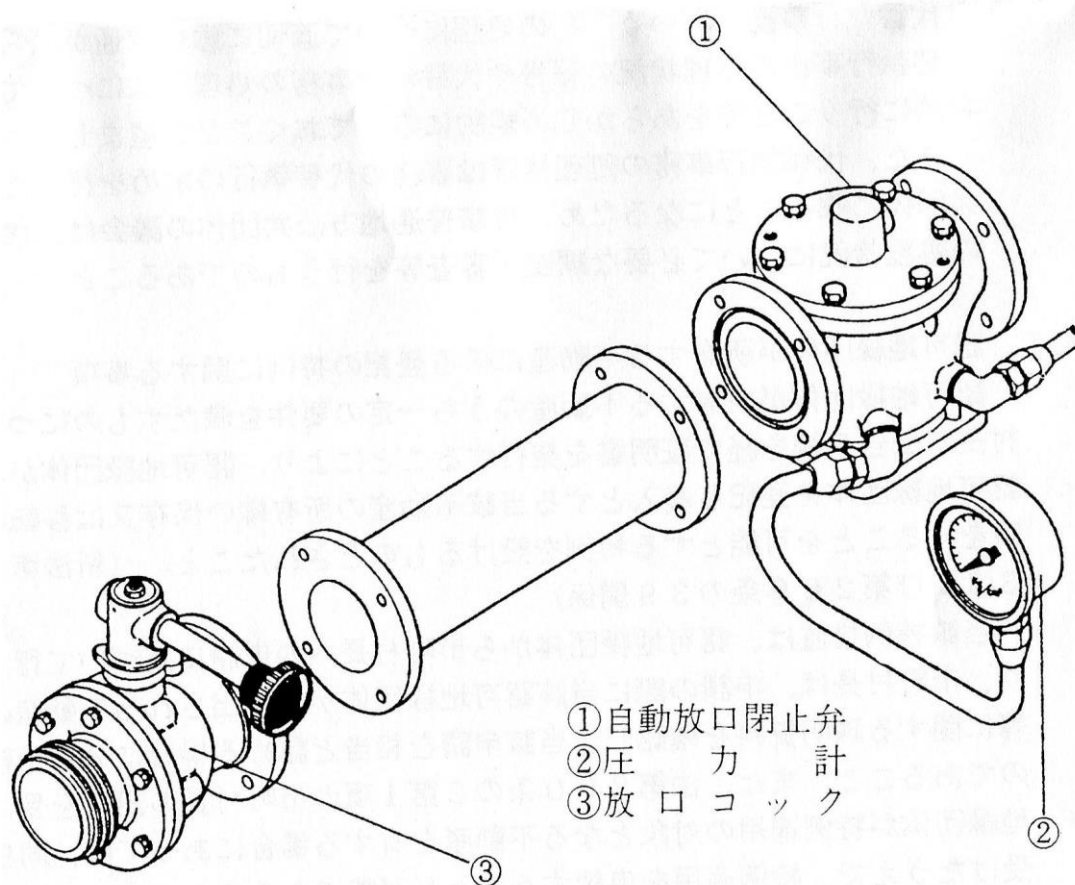
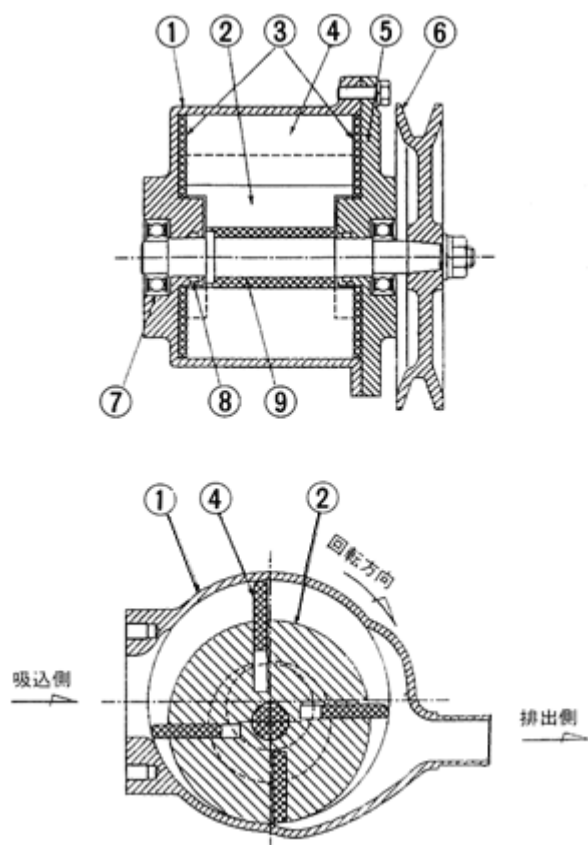


図 1—44 放水配管系統



No.	名 称	No.	名 称
1	真 空 ポンプ	6	プーリー
2	ロータ	7	ベアリング
3	サイドプレート	8	Oリング
4	ベーン	9	シャフト
5	真 空 ポンプカバー		

2、ポンプ運用

1) 基本操作手順

- あ) 後着隊部署位置や隊員の活動範囲を考慮し、車両を水利に近い位置に部署する。なお、地盤の軟弱な場所を避け、可能な限り水平であることが望ましい。
- い) サイドブレーキを確実に引く。
- う) ギアがニュートラルに入っていることを確認し、クラッチを確実に踏み込みポンプレバーを引く。
(電磁クラッチの車両は、クラッチを踏まず P T O スイッチを押すことも可能)
- え) 周囲の安全を確認してからドアを開け、下車する。
- お) 車輪止めを掛ける。
- か) 吸管をねじれ・曲がりの無いように全伸長する。その後、控え綱を外し、水利に投入する。乱雑な操作を避け、結合部の緩みや損傷等が生じないように注意する。
- き) 控え綱を車両後方に結着し、枕木を吸管に設置する。
- く) 吸水口コックを全開放する。
- け) 真空ポンプボタンを押し、真空ポンプを作動させる。吸管の動き・連成計及び圧力計示度の変化を注視し、真空ポンプの停止音、吸管の重み等で揚水が完了したことを確認する。
- こ) 冷却水バルブを開放する。
(車両には2個の冷却水バルブがあるが、片側のみを開放する。目詰まりなどが生じた際には、もう片方を開放しその間に清掃を行う。)
- さ) 放口にホースを結合する。
- し) 放口コックを 1/4～1/2 程度開放し、予備注水を行う。
- す) 放口コックを一度閉め、「放水始め」の指示を待つ。
- せ) 指示が来たのち、放口コックを徐々に全開まで開き、同時に所要の流量または放水圧力になるようにスロットルレバーを操作する。

そ) 放水停止・撤収の指示の後、コックを閉めクラッチを踏みながらポンプレバーを操作する。

2) 水利別吸水要領並びに注意事項

ア) 有圧水利(消火栓・加圧装置付貯水槽等)の注意事項

有圧水利とはあらかじめ加圧された水利であり、消火栓・加圧装置付き貯水槽等のことをいう。特徴としては、有圧水利の開閉弁を開けば、勢いよく水が排出される。

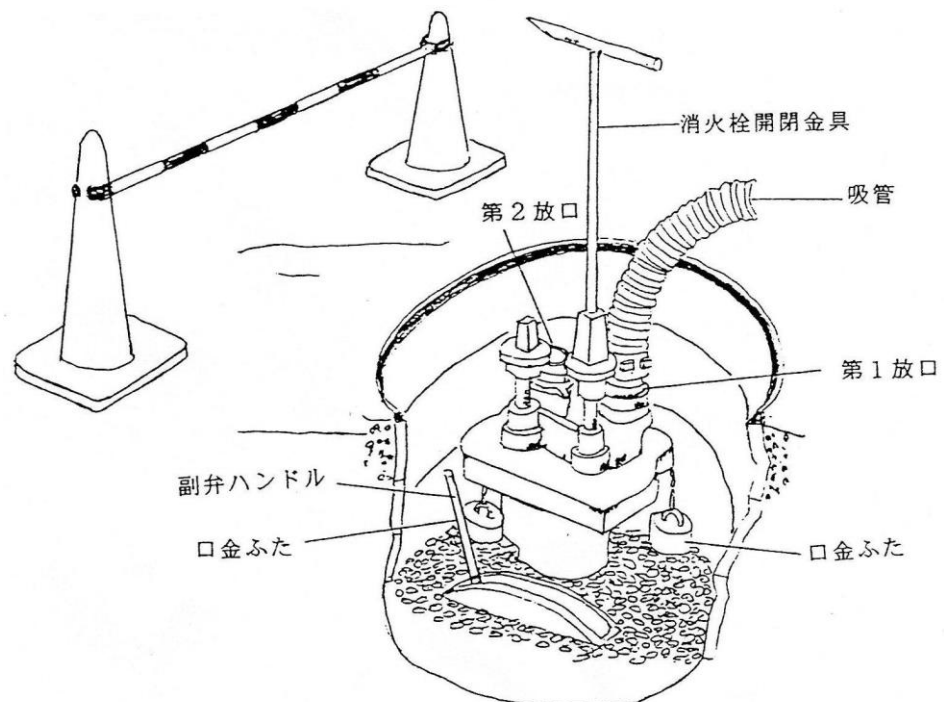


図3-3 消火栓からの取水

<吸水時>

- ① 基本操作手順のあ～おまで同じ
- ② 消火栓鍵・スピンドルドライバーを消火栓位置に搬送する。
- ③ 吸管を必要な長さに延長する。このとき、吸管がマフラーなどの熱源に接触しないように注意する。
- ④ 足元及び腰の怪我に注意し、開閉器具を設定する。
- ⑤ 消火栓の取出し口に土砂・小石等の異物が入っていることがあるので、吸管結合前に少し放水し、除去してから結合する。なお、中継・強圧水利には吸管を使用せずホースを使用する。

- ⑥ 結合したら吸管を引いて結合状態を確認する。(パッキン等の不良で空気を吸い込む場合は、消火栓ボックス内を満水にして使用する。)
 - ④ 消火栓の開閉弁を全開にする。
 - ⑤ 連成計を注視し、揚水の完了を確認する。なお、消火栓の吸水は原則として連成計 0 までとする。
 - ⑥ 基本操作手順のさ～せまで同じ。
- ※ 消火栓の使用時、他の隊からの中継を受けないこと。

<吸水能力の判断基準>

- ① 消火栓の残圧によって連成計指度は変化し、吸水量が不足すると連成計が不安定になる。
 - ② 吸水側と吐出側の吸水放水量の合計が一致するときは、連成計は 0 を指すが、消火栓残圧が小さい時は真空側（マイナス）を、大きいときは圧力側（プラス）をそれぞれ指す。
- 従って連成指度は消火栓残圧によって変化するものであり、また消火圧は、管路・管径等によって一定ではないため、連成計の残圧指度のみで吸水限界を判断することはできない。
- 一般には連成計指度が降下しても、圧力指度が上昇する限り吸水可能であり、吸水限界付近になると圧力計が不安定になり、吸水限界を超えると圧力指度が急降下する（キャビテーション）ことによって限界を知ることができる。

イ) 無圧水利(防火水槽・河川・貯水池等)

無圧水利とは防火水槽・河川のようにあらかじめ圧のかかっていない水利のことをいう。

<河川からの吸水>

- ① 水量の少ない河川にすでに先着隊が部署しているとき、後着隊は先着隊の吸水に支障を与えないように、川下（下流）で吸水する。
- ② 潮の干満に影響する河川の場合は、時間の変化による潮位に留意する。

- ③ できる限り吸水落差が小さく、さらに吸水距離が短くなるような位置に部署する。(吸水落差は7 m～8 m以下とする。)
- ④ 吸管の先端には、ストレーナー及びちりかごの取付けの有無を確認する。
- ⑤ 吸管を投入する部分のゴミなどを取り除く。
- ⑥ 吸管は、摩擦損失を少なくするために全部延ばすことを原則とする。しかし、状況によって吸管に余裕が生じた場合は、大曲りさせて使用する。
- ⑦ ストレーナー部は、少なくとも水面下30 cm以上深い位置に配置し、川底からは15 cm以上離れた位置に投入する。
- ⑧ 水量が少ない河川や水深の浅い河川に部署した場合は、流れをせき止めたり、川底を掘り下げることにより、水量を確保する。ストレーナーが泥土に潜る可能性がある場合は、シート等を利用して流入を防止する。
- ⑨ 流れのある場合は、ストレーナーの向きを流れに逆行させて投入する。この場合、必要に応じてホースや積載梯子を投入し、ストレーナーが浮き上がることを防止する。

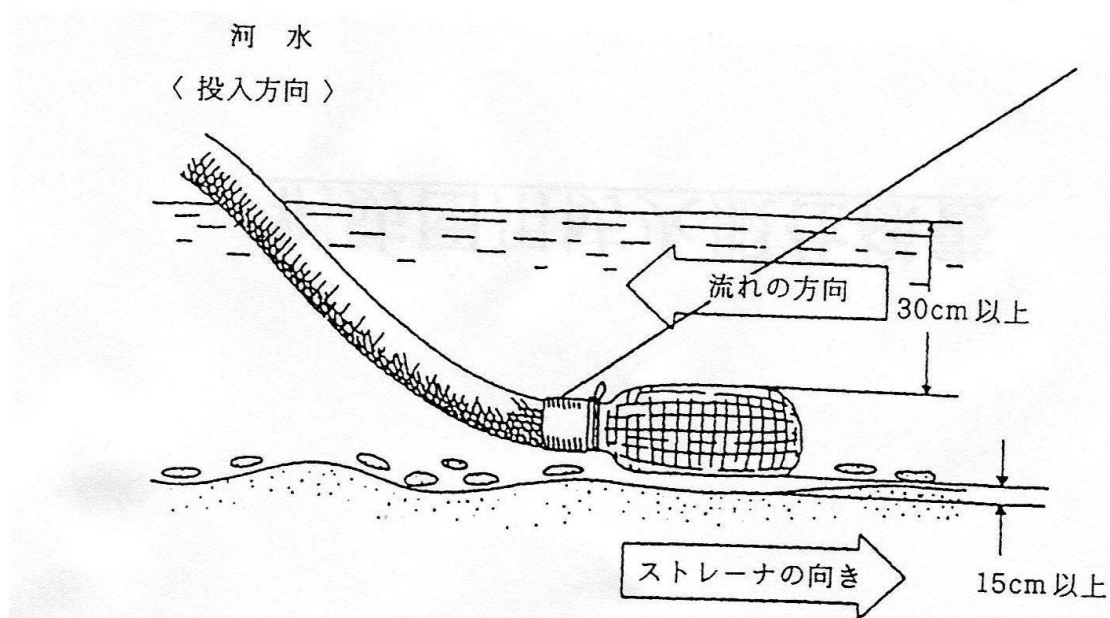


図3-1 吸管の投入方法

- ⑩ 水深がある場合は、ストレーナーが川底に達しないように控え綱で調整する。
- ⑪ 水利までの距離が遠く、吸管2本を使用する場合は、結合部を

確実に結合し、さらにロープで保護する。

夜間または足場の悪い場所での吸管投入作業は、身体をロープで確保するなど安全には十分注意する。

⑫ 基本操作手順 き) ～ せ) まで同じ。

<防火水槽からの吸水要領>

- ① 吸管先端にストレーナー及びちりかごが取り付けられているか確認し、ストレーナーを防火水槽最深部まで投入する。
- ② 吸管は、吸水損失を少なくするため全部伸ばすことを原則とし、吸管に余裕が生じたら大曲りさせる。
- ③ 吸管を2本以上投入する場合は、各ストレーナー部をできるかぎり離れた位置に投入する。
- ④ ストレーナー部は、少なくとも水面下30cm以上深い位置に配置し、川底からは15cm以上離れた位置に投入する。防火水槽には、マンホール部の真下にためますがあるので、残水が少ない場合は、ストレーナーをためますに入れ残水を活用する。

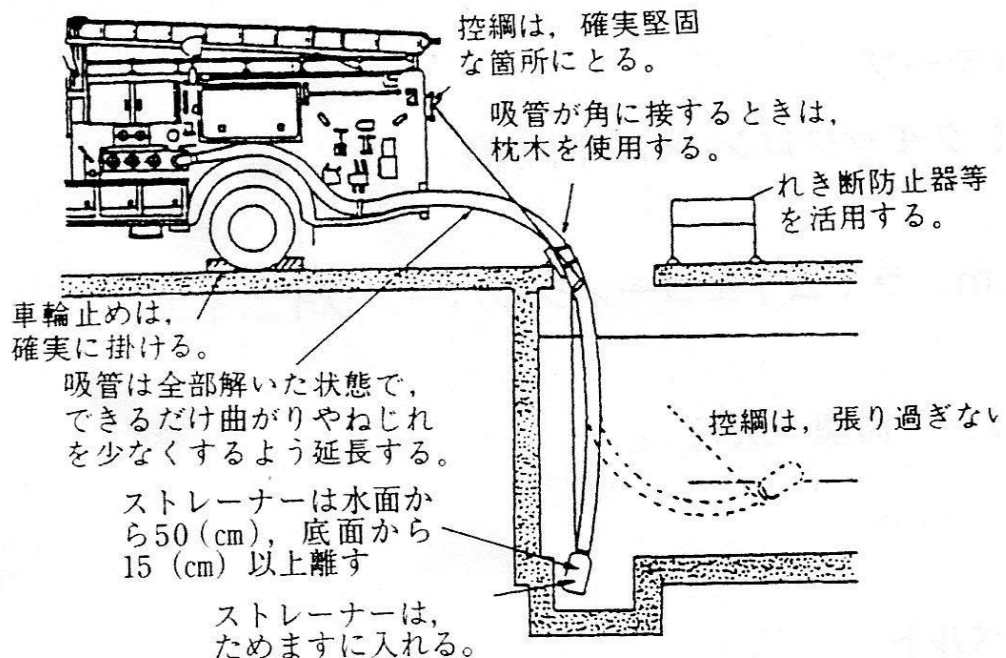


図3—2 適切な吸管投入

⑤ 基本操作手順 き) ～ せ) まで同じ

<エジェクター操作要領>

無圧水利に部署し吸管1本で吸水中に、吸水量不足が予想される場合はエジェクター操作を行い、吸管2本にて吸水する。

エジェクター操作を行う目安としては、連成計示度が -0.05MPa 程度となった場合とする。なお、エジェクター操作を行う場合は、筒先員に継続して放水すること、操作により放水圧力が若干変動することを伝えておく。

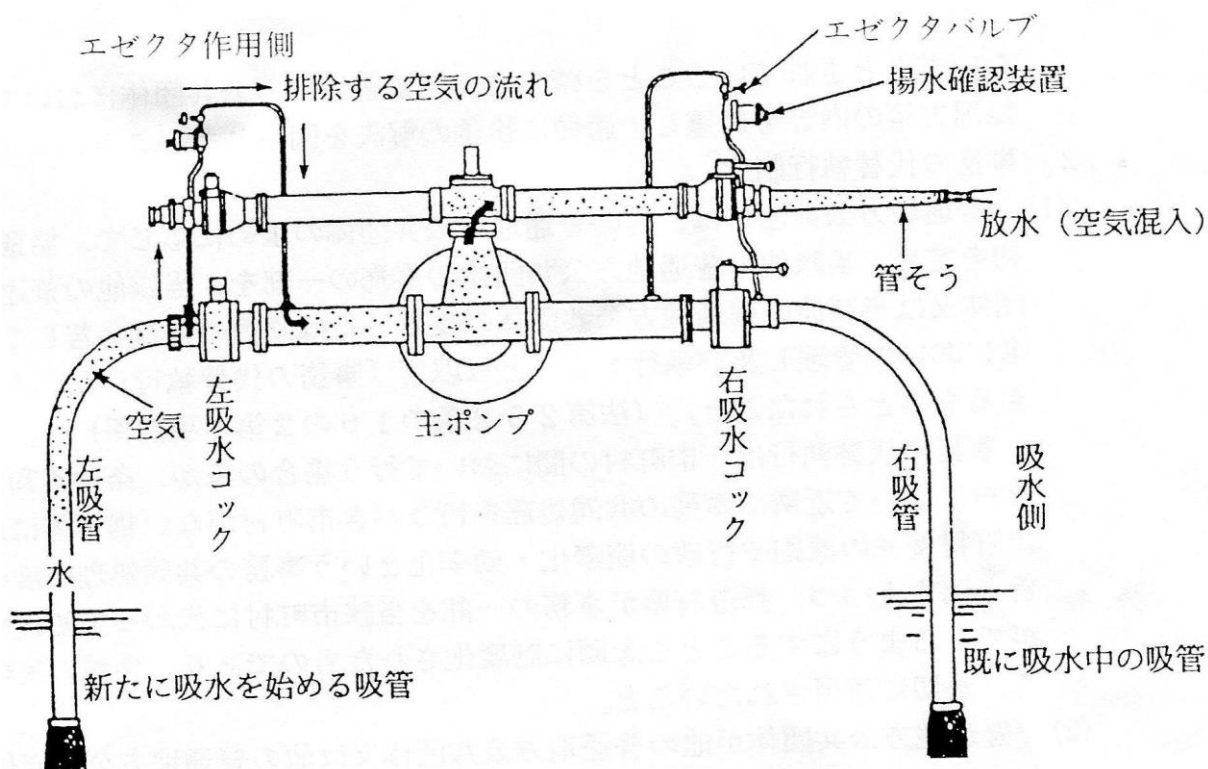


図1-43 エゼクタ装置の作用

- ① 連成計示度が -0.05MPa 程度になったことを確認する。
- ② 筒先員にエジェクター操作を行うことを伝える。
- ③ 2本目の吸管を投入する。
- ④ エジェクターバルブを徐々に開放する。

→エンジン音変化

圧力計下降

連成計上昇

ガラスボールに水が溜まり始める

※急激に開放すると落水してしまうので注意

⑤ 空気が排出され満水したことを確認

→ グラスボールが満水状態

エンジン音元に戻る

圧力計元に戻る

連成計元に戻る

⑥ 吸水口コックを徐々に開放し全開にする。(揚水完了)

→ 圧力計僅かに上昇

連成計上昇

※ 急激に開放すると落水してしまうので注意

⑦ エジェクターバルブを閉じる。

⑧ ポンプ圧力再設定

放水量に応じてポンプ圧力再設定する。

3、現場活動終了後の留意点

○ 現場活動終了後、ポンプ内に残った水を排水するために、空真空操作を行う。

① 吸管を着水させずに吸水コックと送水コックを閉めておく（出動前の状態と同じ）。

② ドレーンを閉めておく。

③ 10秒程度真空を掛ける。

④ 10秒程度待ってから吸水コックを開ける。

⑤ 再度③・④を行う。

⑥ ドレーンを開けて、水が出なくなり次第閉める。

○ 自然水利等、泥や砂その他不純物が多い水利を使用した場合は、再度水のみを吸水及び排水し、ポンプの中の不純物を取り除いてから空真空操作を行う。

4、難しい用語の解説

○ キャビテーション

ポンプ運転中にある限度を超えると、ポンプが異音と振動を発生し、吐出圧力が急激に低下することがある。この現象は、ポンプ内の低圧部を流れる水に気泡が発生し、この気泡が高圧でつぶされることによるもので、流れの中に空洞ができることからキャビテーション（空洞

現象)という。主な原因としては、吸水量が吐水量より少ない為、ポンプ内の減少した水に圧が掛かり、気泡ができる。

以上のようにキャビテーションが発生すると、ポンプ吐出圧力が急激に減少し、送水に支障をきたすことになる。したがって、ポンプ運用にあたっては、キャビテーションを防止するため、ポンプの運用条件がキャビテーション限界を超えないように配慮する必要がある。

- ・放水量を限界内にする

→ ・放水口数を多くしすぎない

- ・ノズル口径を大きくしすぎない

- ・吸水摩擦損失を減らす

→ ・並列吸水（吸管2本）にする

- ・ストレーナー等の詰まりを除く

○ウォーターハンマー

放水ノズルにおける放水停止、車両の通過によるホースのつぶれ等の原因により、急激にホース等の管路内の水に波打ち現象が起こることがある。これは、管路内の水が急激に止められることにより、流れを止められた部分において水の慣性によりハンマーで打ったような急激な圧力上昇が起こることからウォーターハンマーと呼ばれる。

例として、多口放水中一方のノズルの放水停止を急激に行うとウォーターハンマーのため他方のノズル圧力が急上昇して隊員の受傷につながる。したがって、安全管理及び機器保護のためにウォーターハンマーが発生しないようにする必要がある。

ウォーターハンマーによる圧力上昇は、水路を閉鎖する速度がある一定の速さ以上のときに著しくなるので、ウォーターハンマーを防止するためには、ノズルやコックの閉鎖は急激に行わずゆっくり行うことが重要である。

○摩擦損失と背圧

- ・摩擦損失（圧力損失）

運動する物体の摩擦によって、運動エネルギーの一部が熱となって失われることをいう。吸管やホース等を用いて水に移

動させるとき、管の内径と水の接地面に摩擦が生じ、摩擦の分だけ水圧が減少する。そのため、摩擦損失を考慮し送水しなければ、有効な放水ができないため、消火活動に影響をきたす。詳細な計算方法があるが、あまりに難読なため、本マニュアルにあっては目安として1例を記載する。

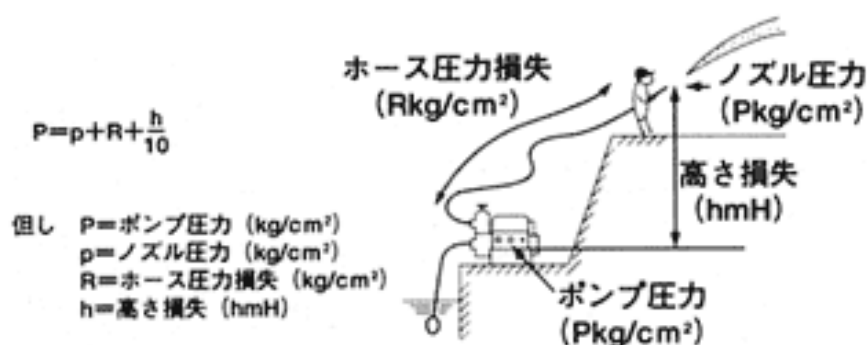
65 mmホースで100 m（5本）で送水した場合の摩擦損失は約1 MPa（1 kgf/cm²）である。つまり、65 mmホース1本での摩擦損失は約0.2 MPa（2 kgf/cm²）である。

・背圧（高さ損失）

高低差による重力により生じる圧力増減を背圧という。低所から高所に送水する場合には送水圧が背圧分減少し、高所から低所に送水する場合には送水圧が背圧分増加する。

背圧の目安として、送水位置から放水位置までの高低差が10 mのとき、背圧は約1.0 MPa（1 kgf/cm²）である。

計算式とイメージ図は下記のとおり。



< 注意点 >

基本操作手順で前述したとおり、可能な限り水利に近い場所に部署することは基本である。吸管を全伸長した長さは10.33 mであるが、必ずしもこれが吸水可能な範囲であるとは限らない。例えば橋の上に部署し、車両の真下10 mの河川から吸水することはできない。なぜなら、吸管先端が確実に水利に着水できていない可能性があるためである。吸管はポンプ運用中、常に水利内になければならず、一度でも空気を吸ってしまえば、ポンプ内の水は落水し、送水ができなくなる。不確実な吸水操作は、消火活動の根底を揺るがす危険を伴う。

したがって、確実な吸水操作のために、7～8 mを吸管の有効使用範囲とする。