

農地用揚, 排水ポンプとその計画

Pumping Scheme for Farmland

藤田 憲 次*
Kenji Fujita

内 容 梗 概

農地用ポンプすなわち灌漑のための揚水ポンプならびに自然流下によつては排水できない耕地や干拓地のための排水ポンプは比較的揚程の大口径のものが使用されることが多い。これらのポンプの設置計画にはポンプ機種を選定, 型式を選定, ポンプの配置, 水路や水槽の形状がポンプに与える影響, 配管, 弁, 原動機などについての知識が必要である。これらの中で計画上特に注意を要すると考えられる点について述べてある。

〔I〕 緒 言

近年農地改良事業の進展に伴ない灌漑および排水事業はますます増えて, これらの目的のポンプ場の計画も盛んになる傾向にある。農地用揚, 排水ポンプの計画がほかのポンプ計画と異なる点は場所が河川に隣接した農地にあり, 比較的辺地にあること, ほかの設備に附帯したものでなく, ポンプ場の設備そのものが揚, 排水設備の主要部であり, しかも計画は河川の水位, 地形, 洪水, 季節の推移などの天然の現象に適合したものでなければならぬことである。ポンプそのものが優秀でなければならぬことはもちろんであるが, さらにその特性を熟知して用途に適するポンプを選定し, またポンプ場の設備全体として計画が当を得たものでなければならぬ。以下ポンプ設備の計画上注意を要する二, 三の点について述べる。

〔II〕 機種および型式

(1) 機種を選定

タービンポンプ, ポリユートポンプ, 斜流ポンプ, 軸流ポンプのいずれを使用するかは仕様が決まればそれぞれ適当なポンプが決る。しかし場合によつては二, 三の機種のうちいずれをも使用できることがある。揚程の高い揚水目的の場合はあまり迷うこともないが, 揚程が低く, しかも変動する排水目的の場合はよく検討して決めるべきである。

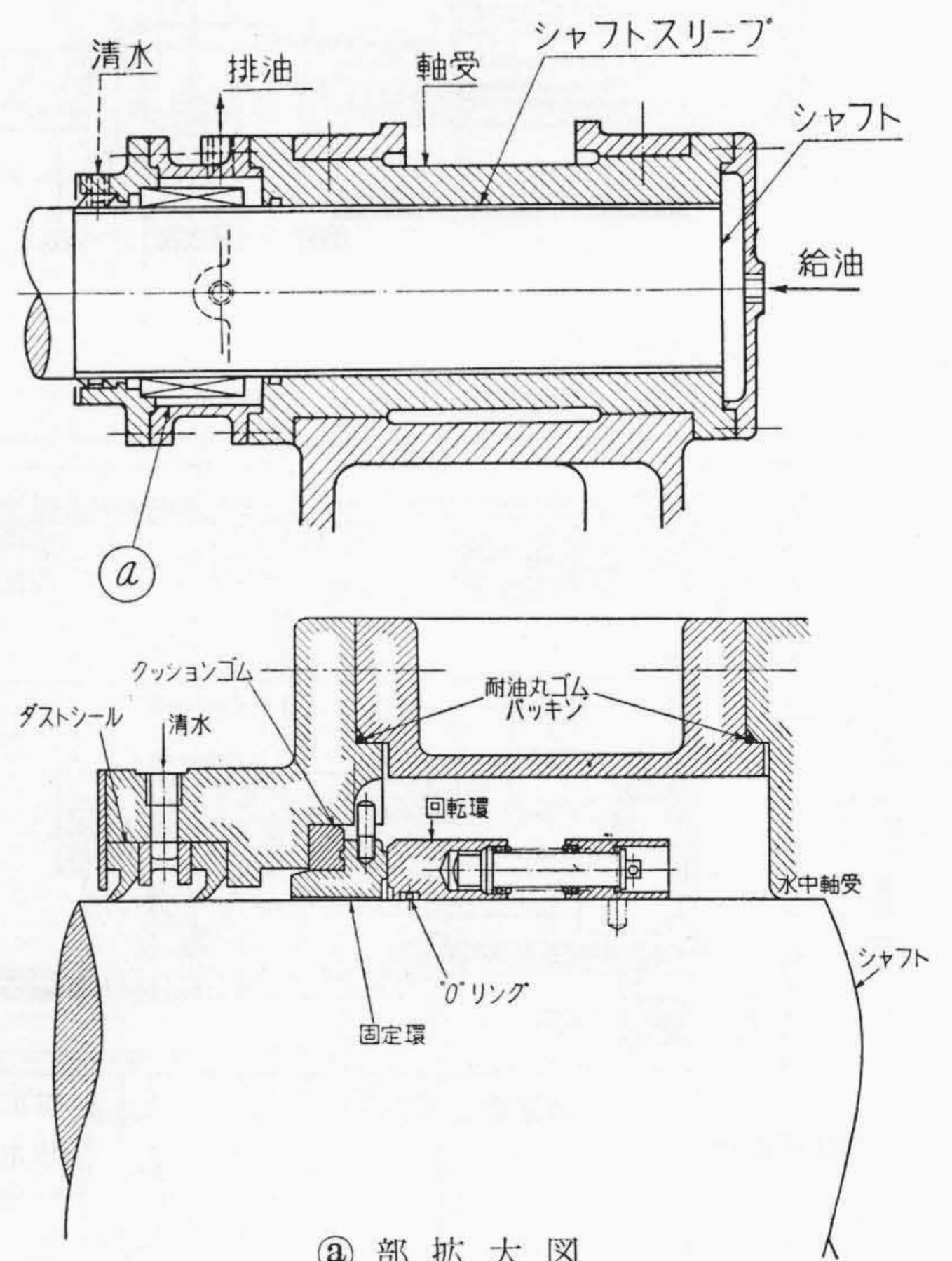
(A) タービンポンプとポリユートポンプ

灌漑揚水で揚程が50mをこえる場合でも単段ポンプで揚水できる範囲では, 概して両吸込ポリユートポンプの方が両吸込タービンポンプよりも経済的である。

(B) ポリユートポンプと斜流ポンプ

揚程が3~12mの範囲では, ポリユートポンプでも斜流ポンプでも使用可能である。両吸込ポリユートポンプは昔から使われてきたポンプで, 吸込性能が良く, 水量調節, 全閉起動も容易である。軸受はすべて外部にあり,

点検が容易で油潤滑が行えるので寿命が長く, 長時間の運転にたえる。推力軸受も容量の小さいものですみ, 概して堅実で使いやすいポンプといえる。また同一仕様に対しては両吸込ポリユートポンプの方が斜流ポンプよりも両吸込の羽根車を有するために回転数が高く決定でき, 電動機の極数を減らしうる場合がある。これにもかかわらず最近斜流ポンプが広く用いられるようになったのは, 揚程変動の著しい計画では, 全体にわたつて効率の良い運転ができ, 構造的に簡単で据付面積も少なくてすみ, 経済的な設備を得ることができるためである。構造は軸流ポンプと同じく水中軸受を有するのが普通であるため, この保守にはポリユートポンプに比べ注意を払わねばならぬとともに優秀な製品を選ぶ必要がある。近時水中軸受の構造も発達し, 長時間の運転にたえるも

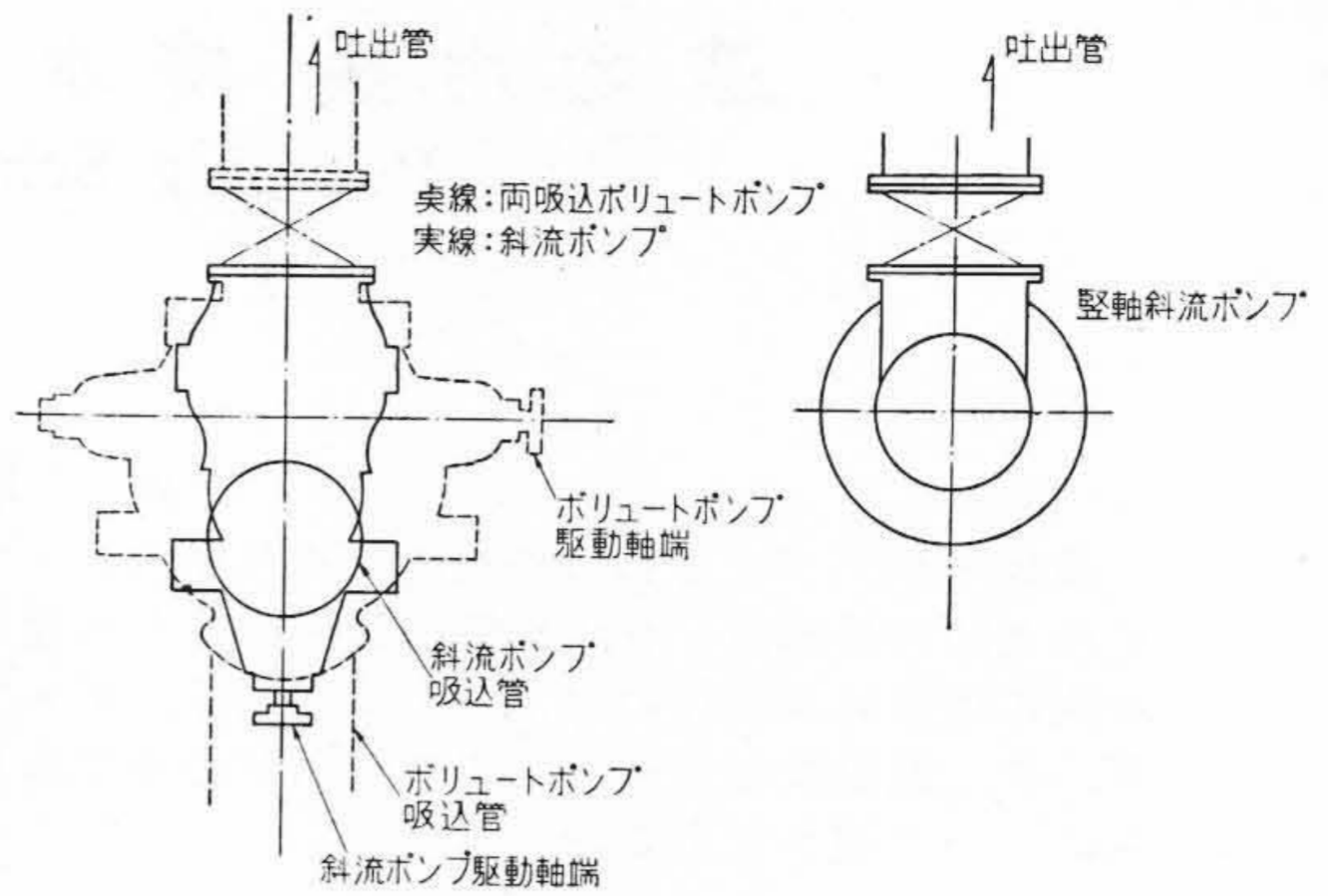


第1図 油強制潤滑水中軸受

* 日立製作所亀有工場

のも作られるようになった。軸流および斜流ポンプの水中軸受はグリース潤滑が普通である。これは主ポンプ軸から駆動される専用のグリースポンプを設け、水中軸受に注油するもので、グリースとしては耐水性の強い、ある程度流動性をもつたものが良い。グリース潤滑では循環使用をせず少量ずつ軸受に供給して水中に捨てる方式がとられる。これは軸受内部へ外部の水あるいは土砂が侵入して軸受をそこなうことを防ぐために必要なことで、そのためのグリースの消耗を覚悟すれば取扱いと設備が簡単であつて、運転時間の限られる排水用としては十分である。これに対し潤滑に油を用いれば循環使用が可能で潤滑油の消耗は少くなり、排油口に油流継電器を置き保護の完全を期せば信頼しうる軸受の構造が得られる。しかしこの欠点は機能を完全にするためには、構造がやや複雑となることである。

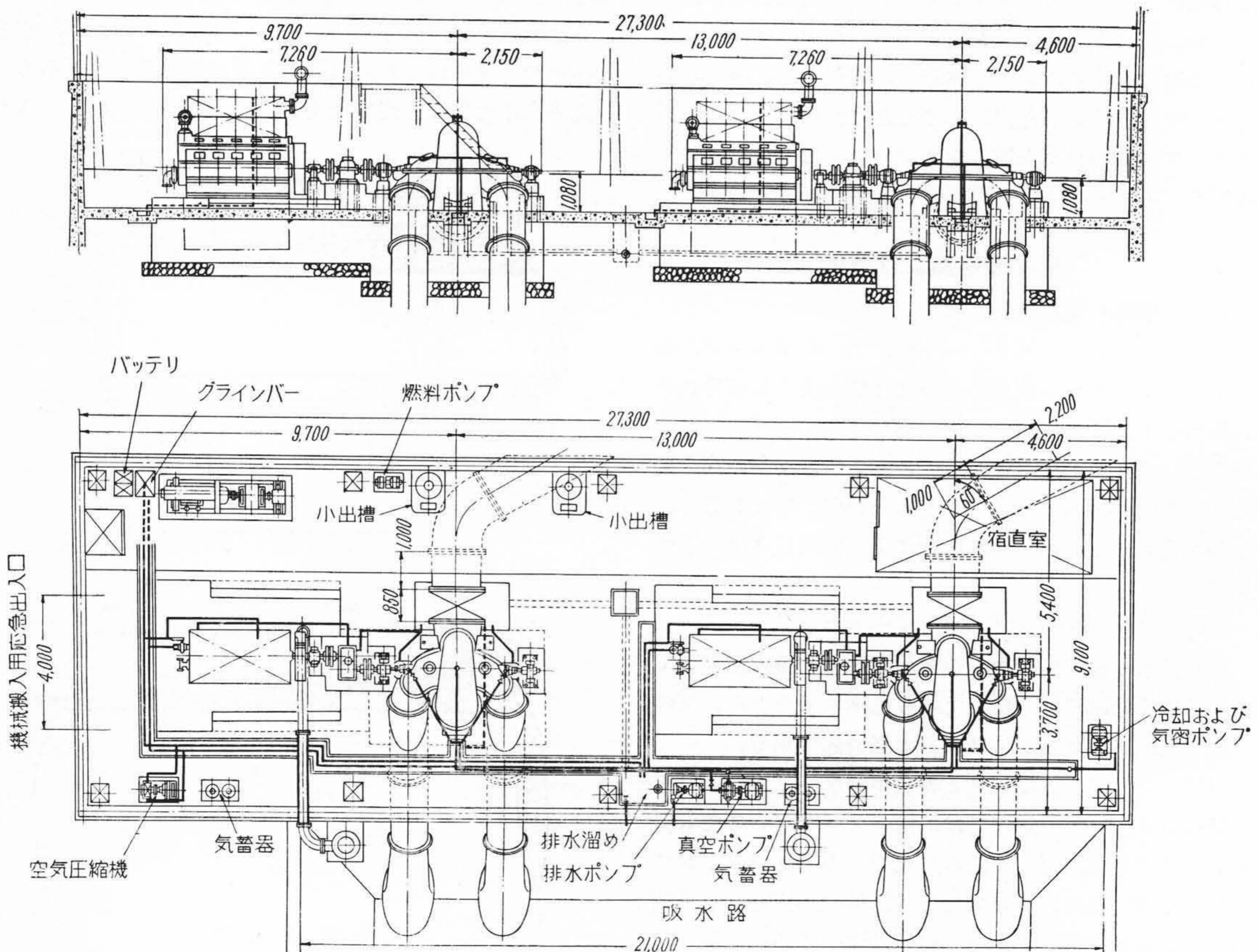
第1図は油潤滑水中軸受の構造の一例を示す。これは封水、封油にメカニカルシールを用いたもので、特にシール面を外部の悪水から保護するためシール外部に清水を注入するような考慮が払われている（実用新案出願中）。また水中軸受として高価な油の代りに清水を潤滑剤とする水潤滑軸受も昔から使用されており、この軸受の



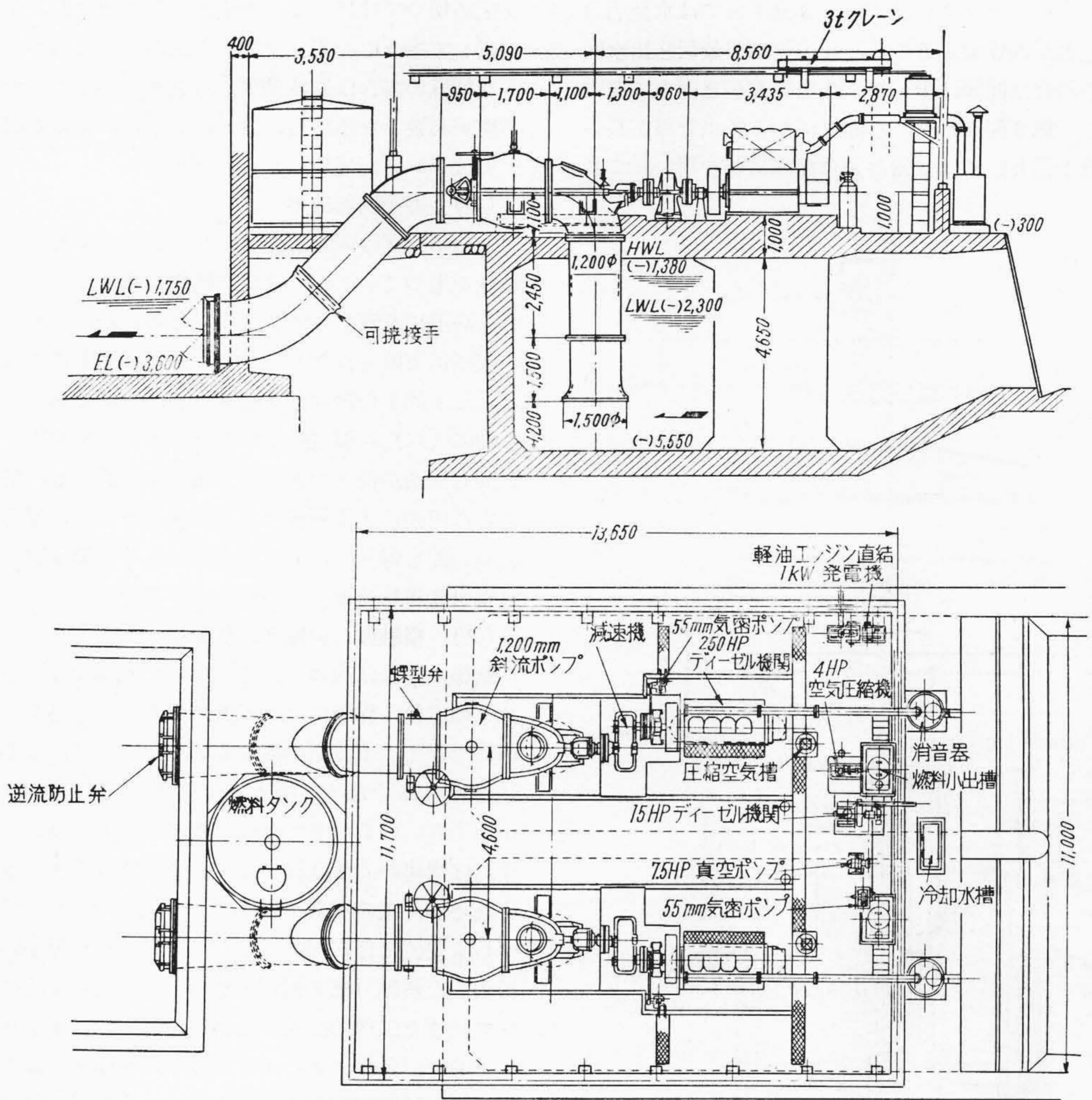
第2図 斜流ポンプとポリウレタンポンプの平面大きさの比較

材質にはゴム、合成樹脂、カーボン、鉛青銅、リグナムバイタなどが用いられる。中でもゴム軸受は砂に対する磨耗が少く、寿命が長いため、重荷重を受けぬ縦軸ポンプでは広く採用されている。いずれにしても完全な清水を確実に送水することが必要である。

一般にポリウレタンポンプは吸込、吐出の方向と直角に軸があるため、軸方向に空間を必要とする。ことに多数台配置の場合には斜流ポンプの方がはるかに据付面積を



第3図 1,300 mm 両吸込ポリウレタンポンプ配置の一例

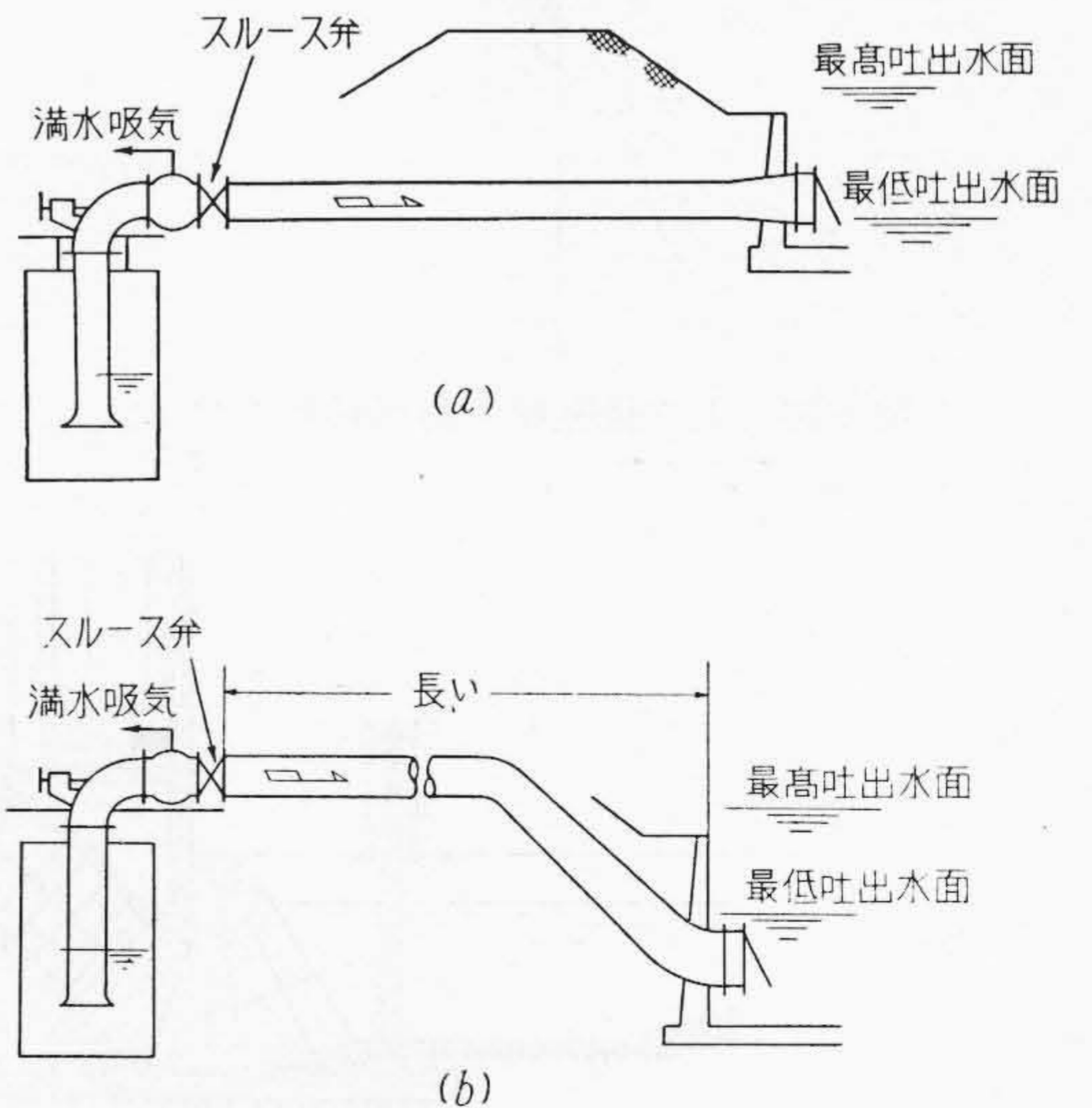


第4図 1,200 mm 斜流ポンプ配置の一例

狭くすることができる。第2図に同一仕様の両吸込ボリュームート, 斜流および縦軸斜流ポンプの平面大きさの比較を示す。第3図および第4図はほぼ同一口径の両吸込ボリュームートおよび斜流ポンプのそれぞれ2台配置の機場例を示す。また斜流ポンプはボリュームートポンプよりも縦軸構造にすることが容易で, 縦軸の場合にはさらに狭くすることができる。一般に揚程変化の少ない, 運転時間の長い揚水目的にはボリュームートポンプ, 揚程変化の多い, 比較的運転時間の限られる排水目的には斜流ポンプが適するといえる。

(C) 斜流ポンプと軸流ポンプ

常用揚程約4m以下でサイフォン配管が可能な場合は軸流ポンプが最も経済的であるが, ポンプ位置が吸水面よりかなり高い場合は斜流ポンプの方が安全である。計画揚程が低く十分軸流ポンプの範囲と考えられる場合でも, 吸込側水位の変動が著しい時, あるいは吸込管が長くて高い吸上げの吸込揚程となるような場合は斜流ま



第5図 吐出弁を必要とする配管の例

たはポリュートポンプが適する。軸流ポンプは水量調節や全閉起動が困難であるから、吐出管端が最低吐出水面下にある場合は問題は少いが、吐出管端が水面上に露出する場合（第5図a）や、水面上にある吐出管路が長い場合（第5図b）には気密の完全な吐出弁を用い、これ

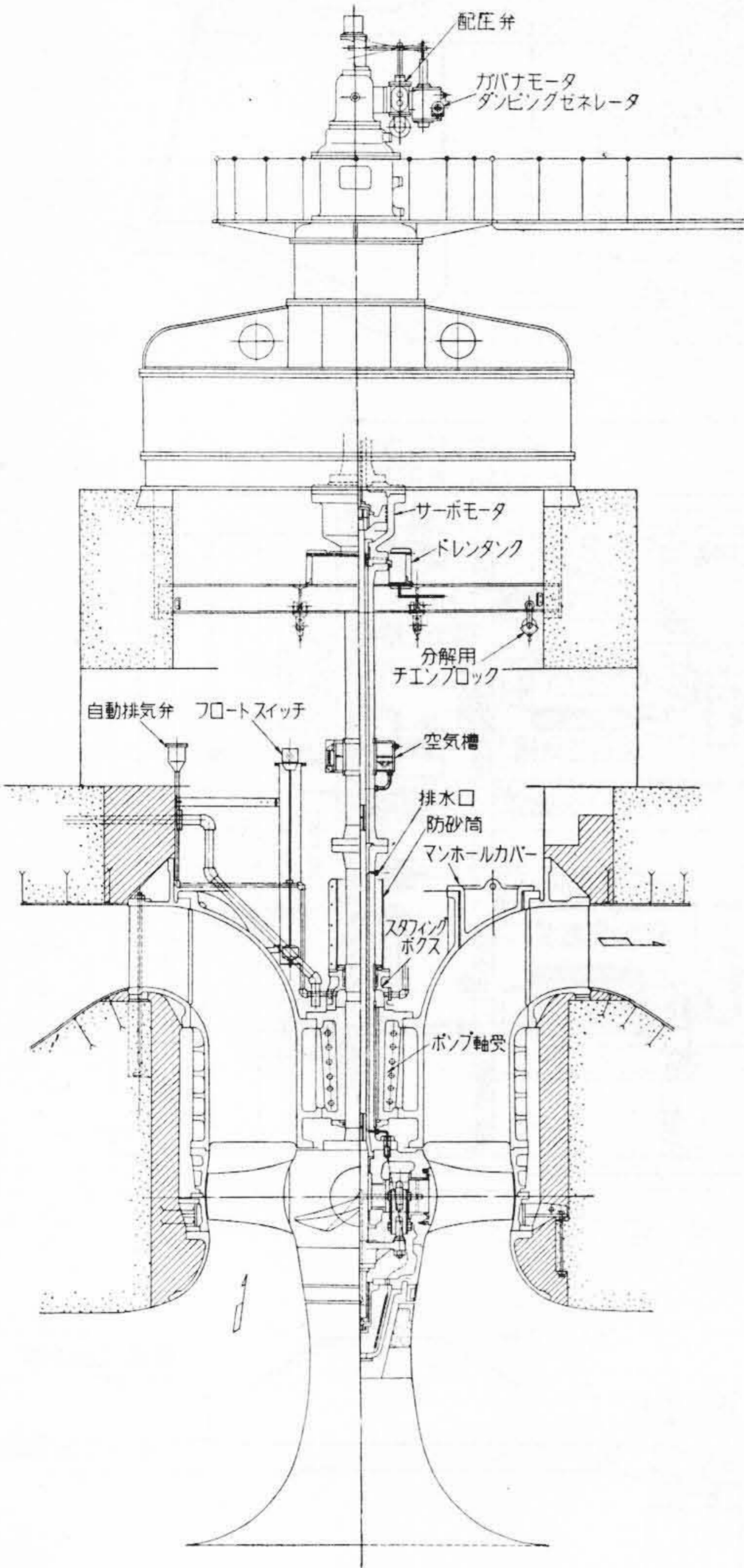
を閉め切つて吐出弁より手前側のみを満水し、ポンプを起動して徐々に吐出弁を開く方法がとられるが、このような特殊の場合は速度調節，可動翼，バイパス管などの考慮が必要となるから、最近はこれらの考慮の必要のない斜流ポンプが用いられることが多い。

(D) 可動翼軸流ポンプ

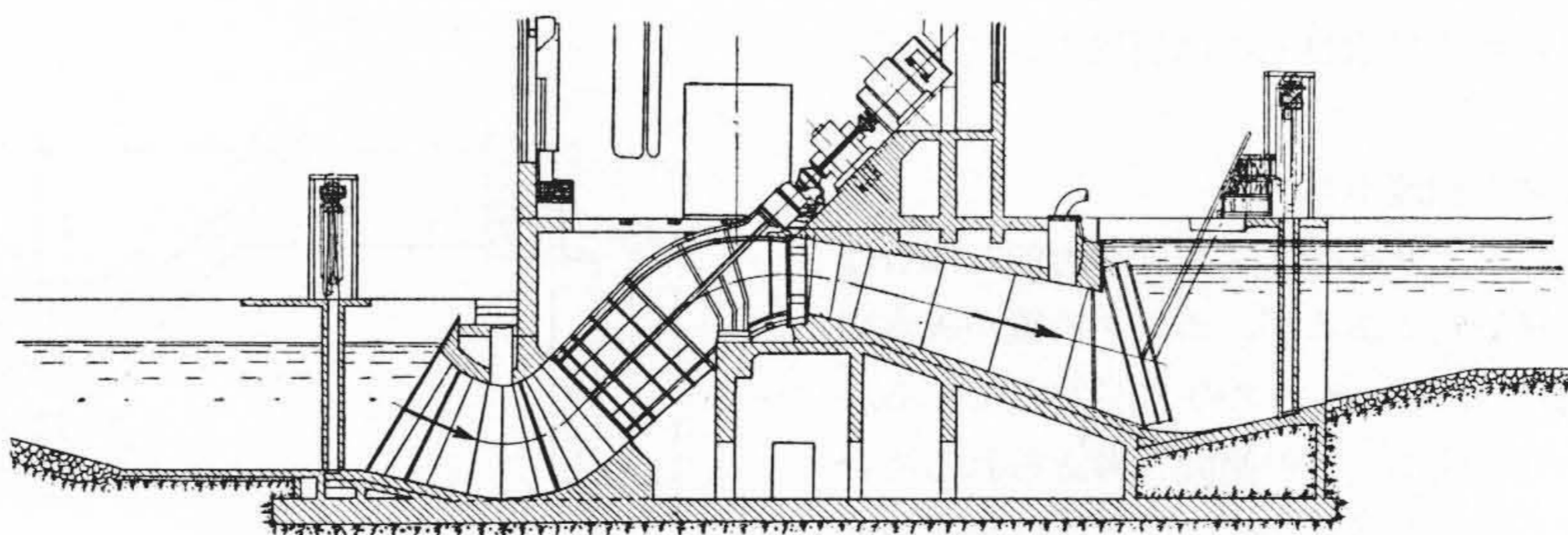
このポンプは固定翼軸流ポンプの欠点を補うすぐれた特性をもっているが、翼操作機構を水中の、しかも限られた場所に収容しなければならぬため、これらの部分の潤滑に支障をきたしやすく、小口径のものには特性のほとんど同じ斜流ポンプを使う方が賢明であろう。しかし特に大口径の縦軸のものでは、カプラン水車とほとんど同じ構造が使用でき翼操作機構部の潤滑も心配なく、さらに圧油による翼操作方式を採用すれば、遠方操作や自動調節も容易で、非常に便利である。第6図に大口径縦軸可動翼軸流ポンプの構造の一例を示す。

(2) 横軸型，縦軸型，斜軸型

横軸にすれば機場の面積が広くなり場所をとるが、ポンプの点検，修理には原動機に手をかける必要がなく簡単にできて、また原動機も安価になるので、吸上げの吸込揚程が高くなく、場所さえ許せば口径 1,500~2,000 mm くらいのもまでは横軸型にする方が良い。縦軸にすれば機場の面積は狭くなるので一般に土木工事費は安くなるが、床の構造が二床式で、立体的になる場合は必ずしも安くはならない。このほかに横軸，縦軸の両者を折衷した斜軸（第7図）がある⁽¹⁾。斜軸の斜流や軸流ポンプはまだ国内では例がないが、外国ではかなり使用されており、エジプトのナイルのデルタ地帯にはこの種のポンプが1932年頃すでに100台近くも使用されている。第7図に見られるように斜軸にすると、縦軸に比べ分解，点検が容易になる。また羽根車を水中に入れば満水の要がなく、かつキャビテーション防止に対しても有利であり、洪水などに対する原動機保護が容易であるなど横軸型，縦軸型の利点をあわせ持ちさらにポンプ曲部の角度が大きくなり、横軸型や縦軸型では得られないような高い総合揚水効率をあげうる利点があり、この型式は今後大いに活用されるべきであると考えられる。第



第6図 大口径縦軸可動翼軸流ポンプ



第7図 斜軸軸流ポンプ

1 表に横軸型と縦軸型の一般的優劣の比較を示す。近時ポンプの起動、停止を水位に応じて自動化する要求が多いが、この場合には羽根車が水面下にある縦軸や斜軸ポンプは満水の要がなくすぐれている。

第1表 横軸型と縦軸型の優劣比較

	横軸型	縦軸型
長所	(1) 平素主要部分が水面上にあるため腐蝕が少い。 (2) 広い同一床面上にすべての部分があるから保守点検に便利である。 (3) 分解修理は容易である。水平分割ケーシングを有するポンプでは、この際原動機を動かす必要がない。 (4) 通常の横軸原動機と簡単に連結できる。 (5) 価格は一般的には安い。	(1) 据付面積が小さい。 (2) 羽根車が水中にあるためキャビテーションのおそれがない。したがって軸流ポンプや斜流ポンプを横軸の場合よりも高い揚程に使用できる。 (3) 羽根車入口の位置の差に基づく不都合がないので大口径でも安全である。 (4) 気密ポンプ、真空ポンプの必要がない。 (5) 原動機の床をポンプ床より高くすることができるから、洪水による浸水の害を防ぐことができる。 (6) 非常に大型の場合はポンプケーシングの一部をコンクリートで代用できるのでポンプの価格が安くなる。
短所	(1) 据付面積が大きい。 (2) 吸込揚程を高く取り過るとキャビテーションの危険がある。 (3) 非常に大型ポンプの場合、羽根車の吸込側上端と下端の位置の差に基く差圧のため特性上不都合が起る。 (4) 気密ポンプ真空ポンプを必要とする。 (5) 洪水位の高い所では電動機の保護を考慮する必要がある。	(1) 主要部分が水中にあるから腐蝕されやすい。 (2) 床面が二重となり、あるいは主要部が地下または水中にあるため保守点検は不便である。 (3) 分解修理はやや困難である。多くの場合ポンプ分解のため電動機を取除く必要がある。 (4) 電動機が特殊の堅型となる。横型電動機を使う時はベルト掛または直角の歯車装置が必要である。 (5) 原動機にディーゼルを使う場合は直角の歯車装置が必要であるが伝達動力に制限があるので、あまり大容量のものではない。 (6) 価格は特定の場合を除き高い。

〔III〕 機場内の配置と据付および水路の形状

機場内におけるポンプの配置は1台の場合は割合に簡単で、分解空間、吸吐水路の形状、配管の形状について一応の注意を払えば良い。

(1) 配置

数台の配置の場合は、一般的には下記の点に注意しなければならない。

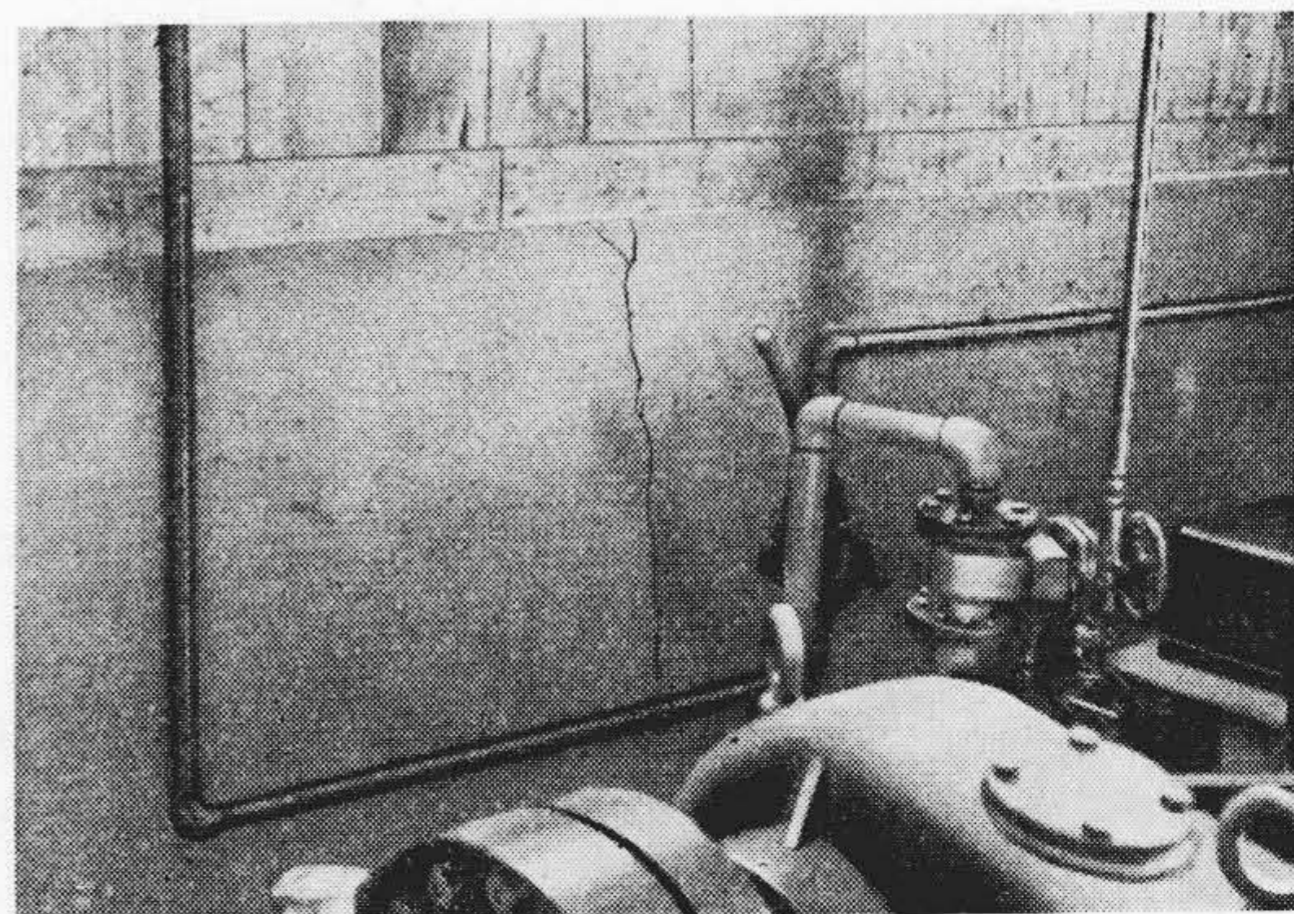
- (A) 保安、運転、操作に便利であること。
- (B) 分解、修理の際不便を感じないようにすること。
- (C) 機場内への機器の搬入が容易であること。
- (D) 各ポンプが十分その性能を発揮できるように、

特にポンプ吸込管の位置、補機の配置に留意すること。

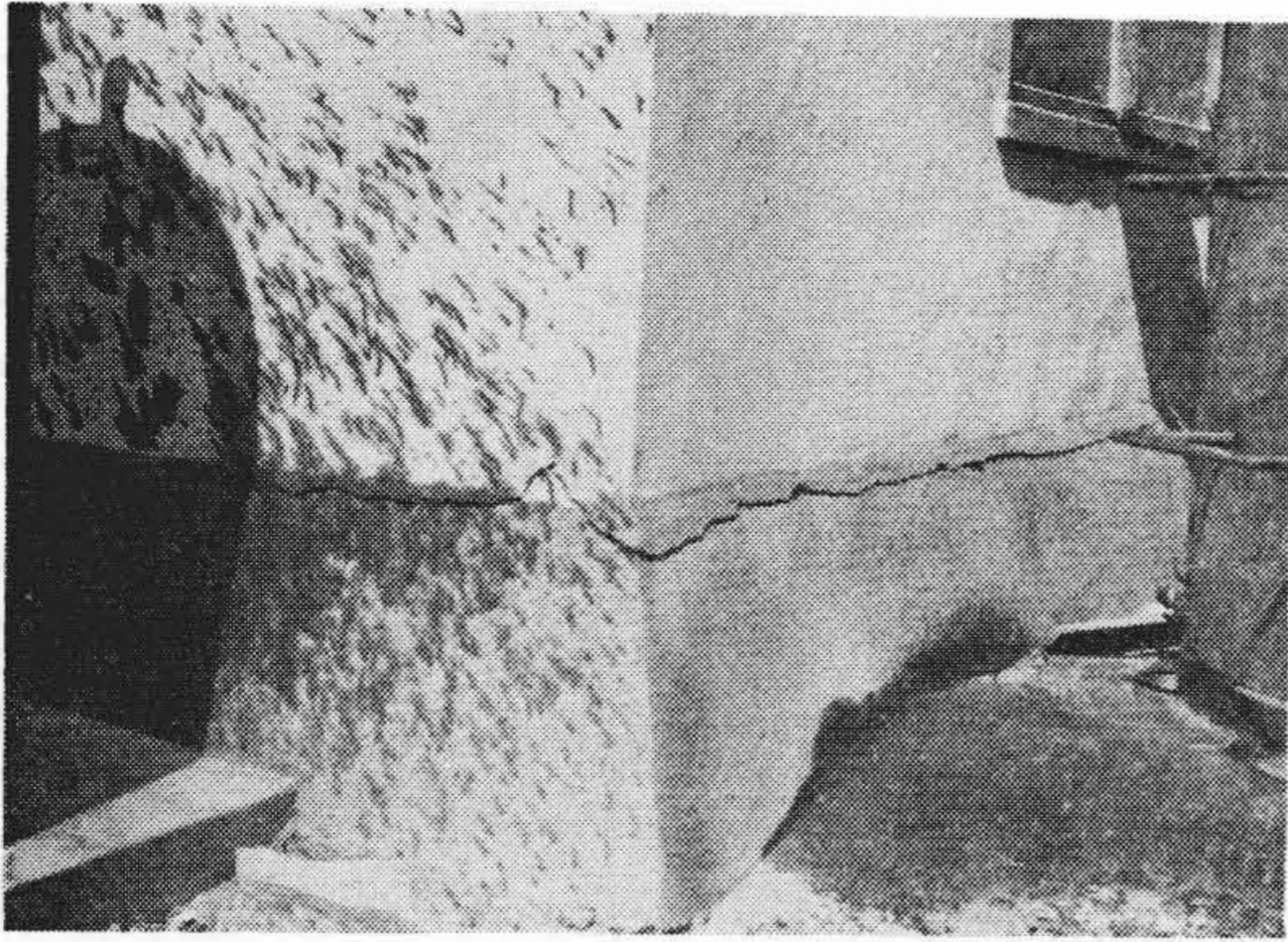
まずポンプ相互の間隔が問題となる。広過ぎると不経済で狭過ぎると吸込の渦流のためポンプ性能を害したり、運転や分解に不便を感じるようになる。軸流ポンプでことに原動機直結の場合は間隔がつまり過ぎる傾向があるので、この距離は口径の3倍以下にしないことが望ましい。ポリユートポンプの場合は軸を一直線に並べて配置すると、離れ過ぎて不経済となるので千鳥型に配置したり、おのおのポンプを斜に置いて並べたりする。また点検用の通路や分解の時の品物の置場に困らないようにする。ポンプを多数並べる時は機場の幅はなるべくつめて、長手方向に空間をとるようにしないと、天井走行起重機のスパンが、いたずらに長くなり不経済である。分解の際の部品置場も機器搬入口に近く一箇所に纏めて設けた方が経済的である。補機は一箇所に纏め運転操作を楽にし、主ポンプとの距離があまり離れないようにする。数台の主ポンプがあり、しかもポンプを個別的に運転するような場合は、主ポンプに専属の補機は主ポンプの近くに個々に配置した方が便利である。監視室を置くような場合は機場内を見渡せるような位置が便利である。

(2) 据付と基礎の構造

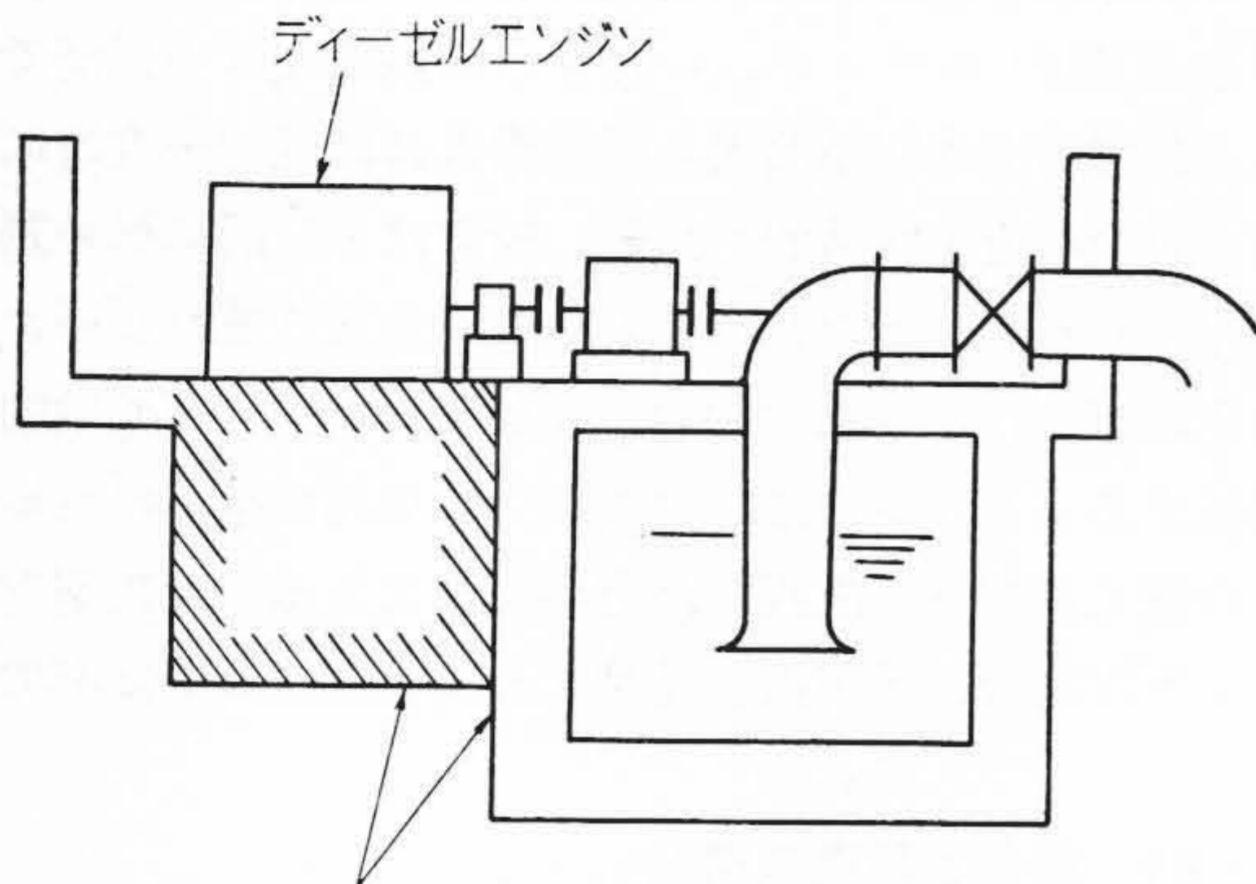
中、小型の横軸ポンプでは問題になることは少いが、横軸でも大型のもの、あるいはディーゼルエンジン駆動で、エンジンの床下が水路になるような場合は床に亀裂が入ったり、沈下したり、振動や音響を起す恐れがあるから、強固な基礎としなければならない。ディーゼルエンジンは重量もあり、往復運動のための振動荷重が床にかかるから、水路上を避けるが、避け得ぬ場合は強固な基礎で支えられた、十分な強さを持つ支壁上に置く。基礎として必要なコンクリートの重量はエンジン重量の約6倍以上とする。第8図および第9図は第10図に見られるようにエンジン基礎とポンプ基礎につながりがな



第8図 不等沈下のために生じた壁の亀裂

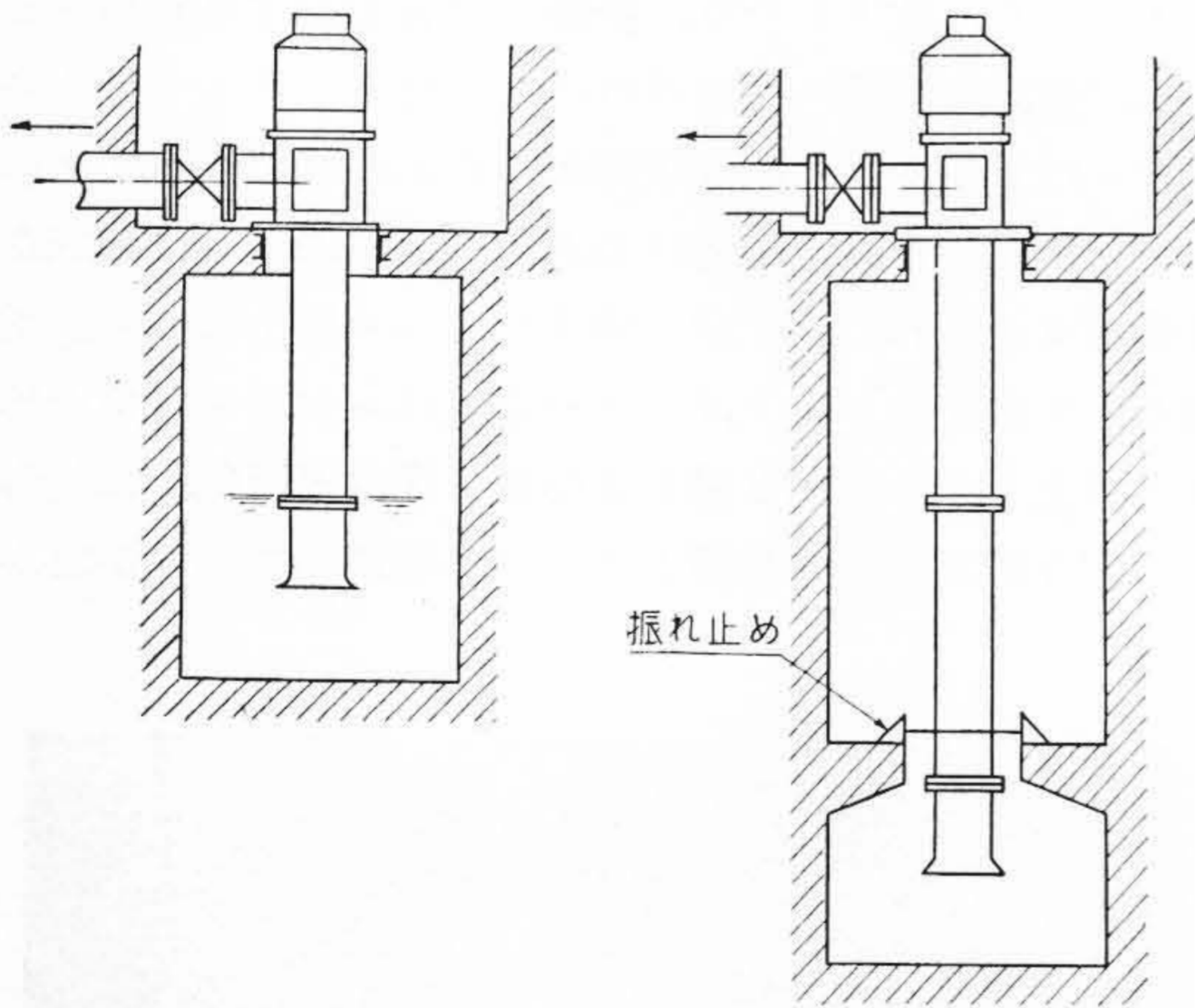


第9図 不等沈下のため生じた建家壁の亀裂



基礎のつながりがない

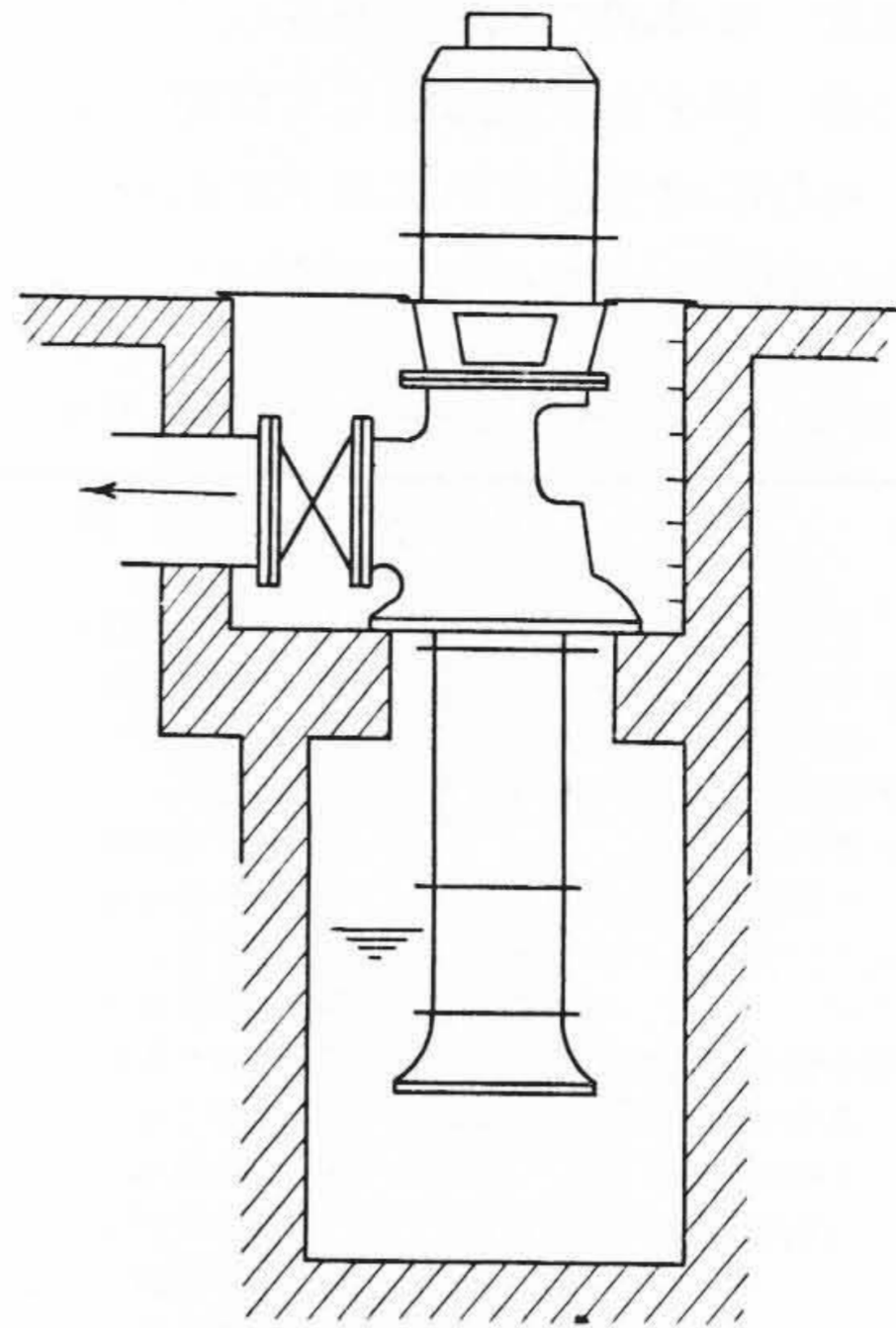
第10図 不等沈下を起しやすいエンジン基礎の例



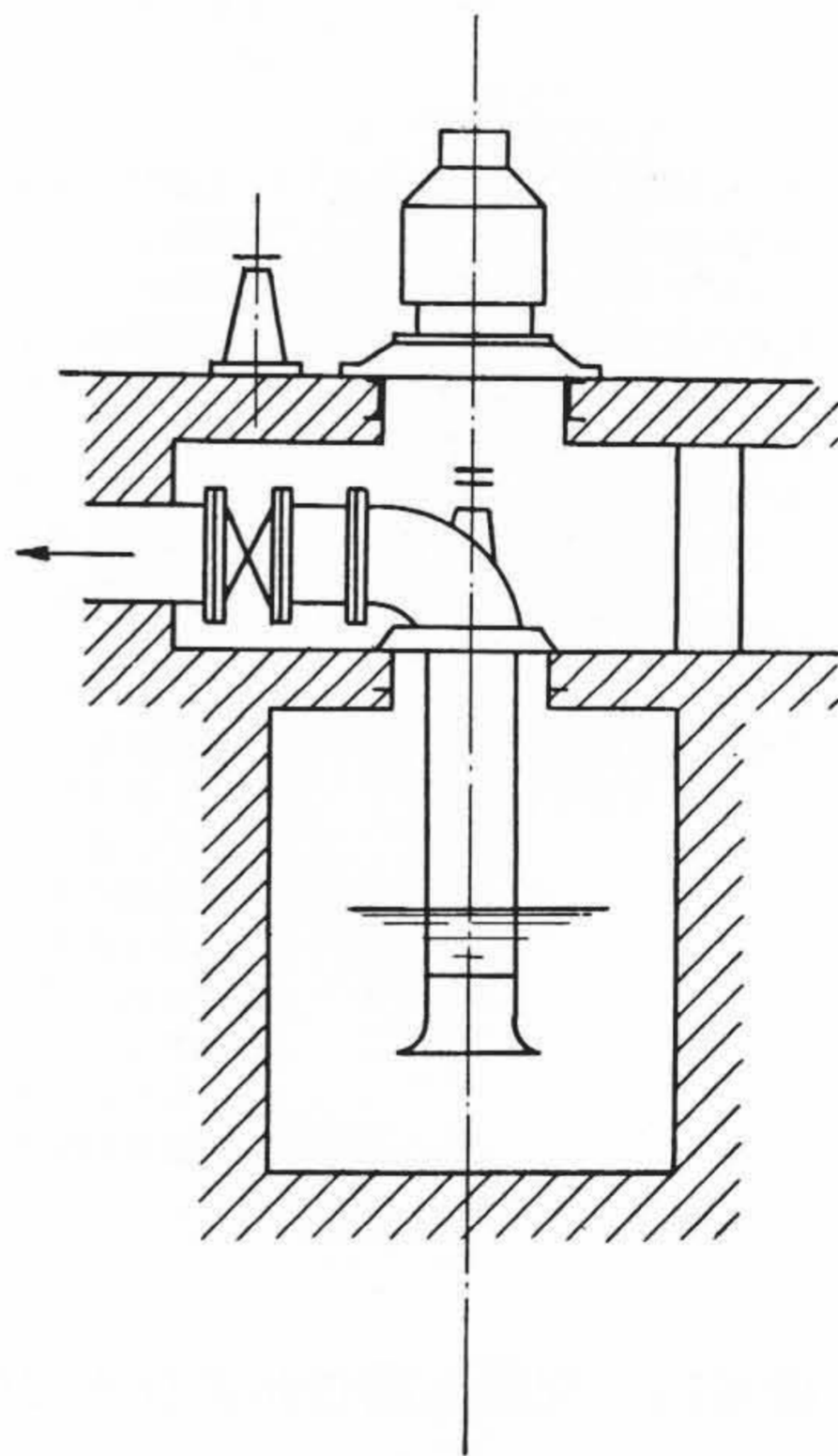
第11図 小型，中型縦軸軸流ポンプ設置方式

つたため，エンジン基礎が沈下して事故を起した実例である。

縦軸の場合はポンプの大きさ，水位と床面との関係などによつて据付形状が種々あり，それぞれ床の構造も変る。第11～14図に軸流ポンプを例にとり代表的な型を示す。口径約600mm以下の小型のものでは床は一床式



第12図 中型，大型縦軸軸流ポンプ設置方式（半二床式）



第13図 中型大型縦軸軸流ポンプ設置方式（二床式）

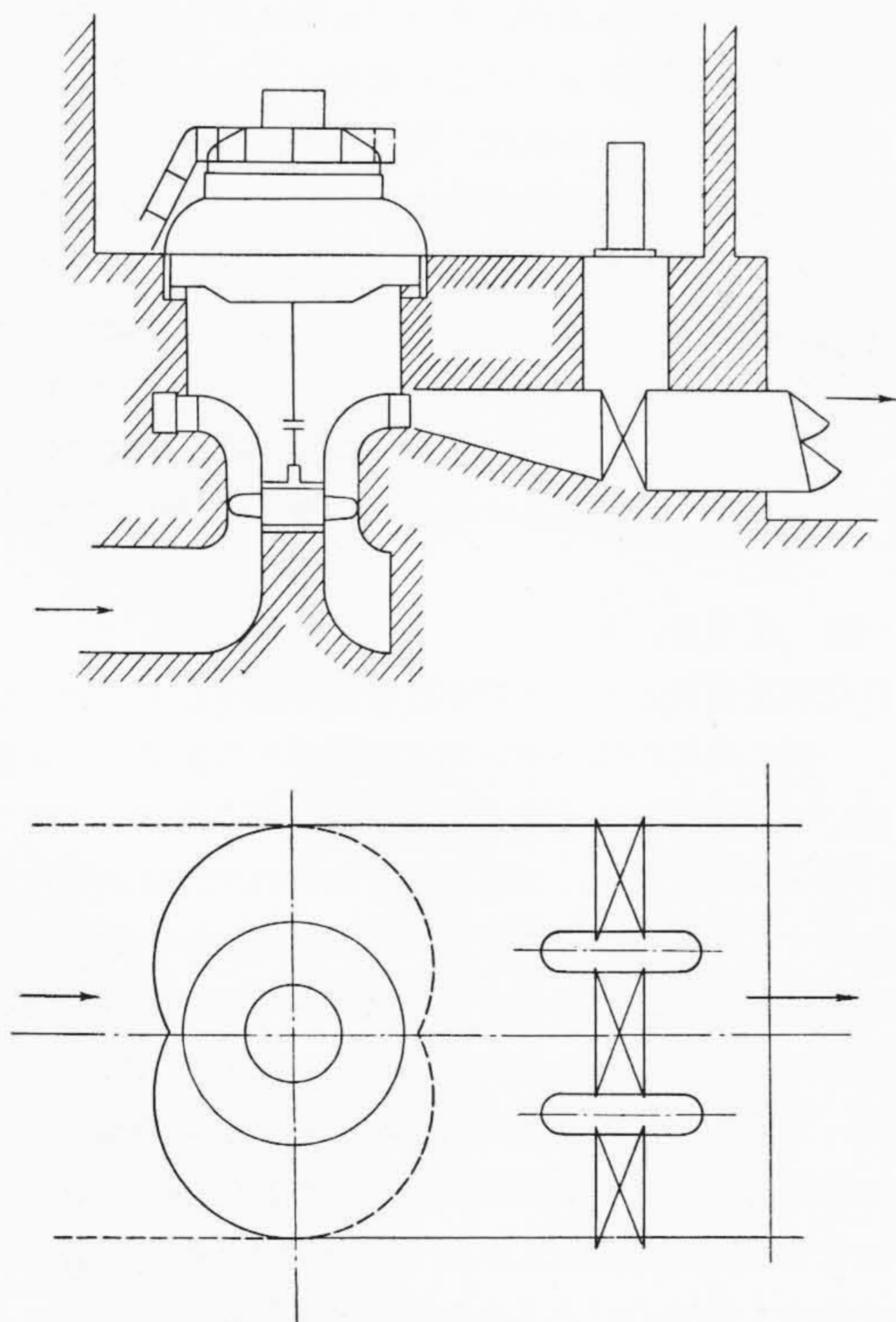
とし，ポンプの吐出口ケーシングの上に電動機を置くのが，据付は楽で，ポンプの構造，床の構造も簡単となる。特に長軸のものではポンプ下部の中間揚水管に振れ止めを設けることがある。これは長軸のもので，振動を起すことがあるためこのような処置をとることもあるが，まず振動を起す原因を作らぬ構造にすべきである。この原因には（A）ポンプ自体の設計が悪い場合，（B）吸込水路や水槽の形状が悪い場合が考えられる。（A）に

対しては信頼しうる製品を選ぶことが大切である。(B)は従来おろそかにされていたようであるが、この考慮が払われていない場合はいかに強固な構造のポンプでも長時間の運転中には、水中軸受の磨耗が著しくなり、振動を起すようになる。口径1,000 mm前後の中型のものでは二床式あるいは半二床式とするがよい。半二床式とは第12図のようなもので、二床式に比べ土木工事も楽で、分解や据付も容易となり、床にポンプの水力的軸推力がかからない利点がある。電動機を洪水などから保護するため高い位置に置く必要がある場合や、床面と吸水面の間がかなり離れるような計画では、やむをえず二床式にし、電動機とポンプ本体を別個の床に支えるが、据付にも技術を要し、土木工事も大がかりとなり、全体として不経済となる。大型のものは二床式としポンプ回りのケーシングをコンクリートに埋込んで、回転部や案内羽根のみ上に突出せる構造とする。ケーシングの一部や吸込および吐出の水路もコンクリート構造とすれば、ポンプの価格を安くすることができる。しかし流速が2 m/sをこすようなところでは、水路壁面がコンクリートの地肌のままでは無理であつて、適当なライニングを施す必要がある。特に大型のものについては特例となるので詳述を避けるが、大型の縦軸ポンプでは土木工事が大がかりとなるので、基礎構造をできるだけ簡単にし

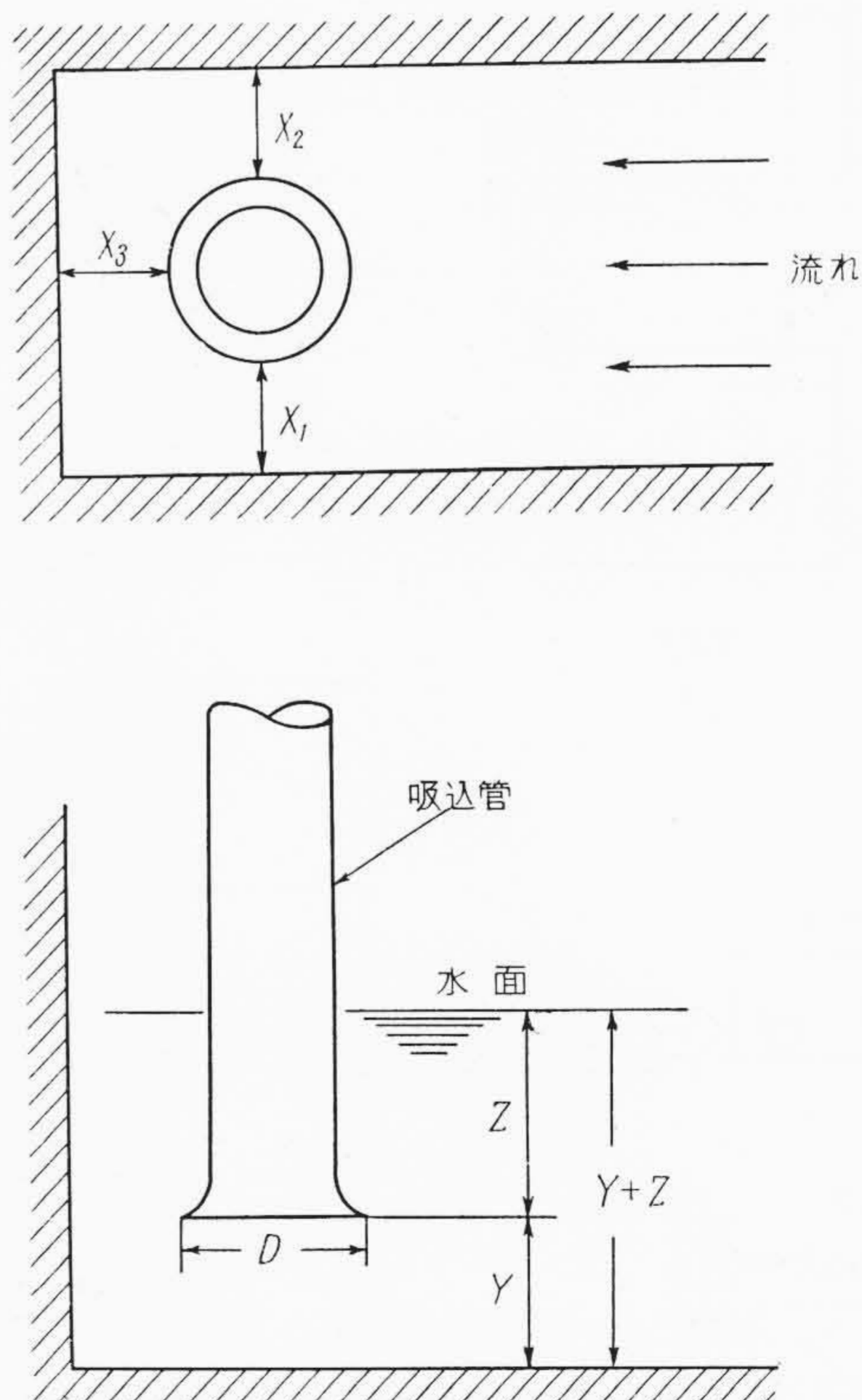
なければならない。このためには基礎工事の掘さくが少くなるような形状のポンプとする。また特に大型のものでは二床式を止め、一床式とし電動機を支えるために床面上にコンクリートのバレルを設ける(第6図)。この方法は水車では広く採用されていてバレル型にすることによつて土木工事費を安くすることができる。

(3) 吸込水路、水槽

ポンプの吸込管の形状が決つている場合は、ポンプの羽根車に異常な流れを与える原因は、いつに吸水槽の形状のみである。高比較回転の低揚程のポンプほど、吸水槽内の流れの影響を受けやすい。吸込管の長い横軸ポンプでは、羽根車前の曲管部に整流板を設けることによつて、曲管による渦流とともに吸水槽からくる渦流の影響もある程度防止することができる。縦軸ポンプでは吸水槽の流れがこのまま羽根車に吸込まれるため、吸水槽の形状が悪いと空気を吸込んだり、前述のように渦のために振動を起したり、性能が低下したりする。空気の吸込を防止するためには、吸込管の直前で渦を発生しないように、整流壁を設けたり、ベルマウスの水面下突込み深さを増せば良い。しかしいたずらに突込み深さを増せば掘さくに費用がかかり不経済となる。カルフォルニア大学の H. W. Iversen 氏のモデルテストの結果⁽²⁾によれば(第15図) $X_1/D = X_2/D = X_3/D = 0.5$ の時



第14図 大型縦軸軸流ポンプ設置方式の一例



第15図 吸込管と吸水槽の関係

$$Y/D=0.5とすれば Z_c/D=1.18, \frac{Y+Z_c}{D}=1.68$$

となり, 一つの経済的な寸法を示している。

ただし X_1, X_2 および X_3 = 側壁とベルマウスの間隙

D = ベルマウスの径

Y = ベルマウスと水槽底の間隙

Z_c = 空気吸込みの始まる限界突込み深さ

また Y を増せば Z_c は減少するが, $\frac{Y+Z_c}{D}$ が増すので

全体としては不経済となる結果も出ている。 Y は理論的には $D/4$ で良いわけであるが, 農地用ポンプでは土砂を吸込む恐れがあるから, やや離れた方が良い。計画上の目標としては第16図(a)に示す値が適当であろう。同一水槽に2本以上の吸込管を入れる場合は仕切壁を設けることが望ましい。第16図は水槽の形状の良否を示す。吸込水路から水槽に入る時に, 流れが不自然に曲げられるものは, ベルマウス前後の整流壁は効果がある。また流れの中に長軸の吸込管が入っている場合は, 管の後流にカルマン渦が発生し, 管は流れに直角な方向に振動力を受け, その振動数が管の固有振動数に近づく

と振動が激しくなり, 事故を起すことがある。この場合は水路幅を大きくして流速を落すか, 管の固有振動数を高めるような考慮が必要である。吸込水路の入口には必ずスクリーン, 角落し(堰)や, 場合によっては沈砂壁も必要となる。スクリーンの目の大きさは通常ポンプ羽根車入口幅よりも小さくとり, 流入物が羽根車の中でつまらぬようにする。導入の流速を速くすると, スクリーンの抵抗が増し, 吸水槽の水位を下げるのみでなく, 木片, 雑草, 土砂を吸込みやすくなつたり, ポンプ吸込口で偏流, 渦流を起しやすい。流速は 0.5 m/s 以下にするのが望ましい。

(4) 吐出水路, 水槽

吐出水路の形状は吸込側のように, 直接ポンプの性能に影響を与えないが, その良否は計画全体の効率に関係する。横軸軸流ポンプのサイフォン配管の場合は, 吐出管を吐出最低水位以下に入れる必要がある。その突込み深さは, 吐出水面の波立ちを考慮して約 10 cm 以上とすることが望ましい。

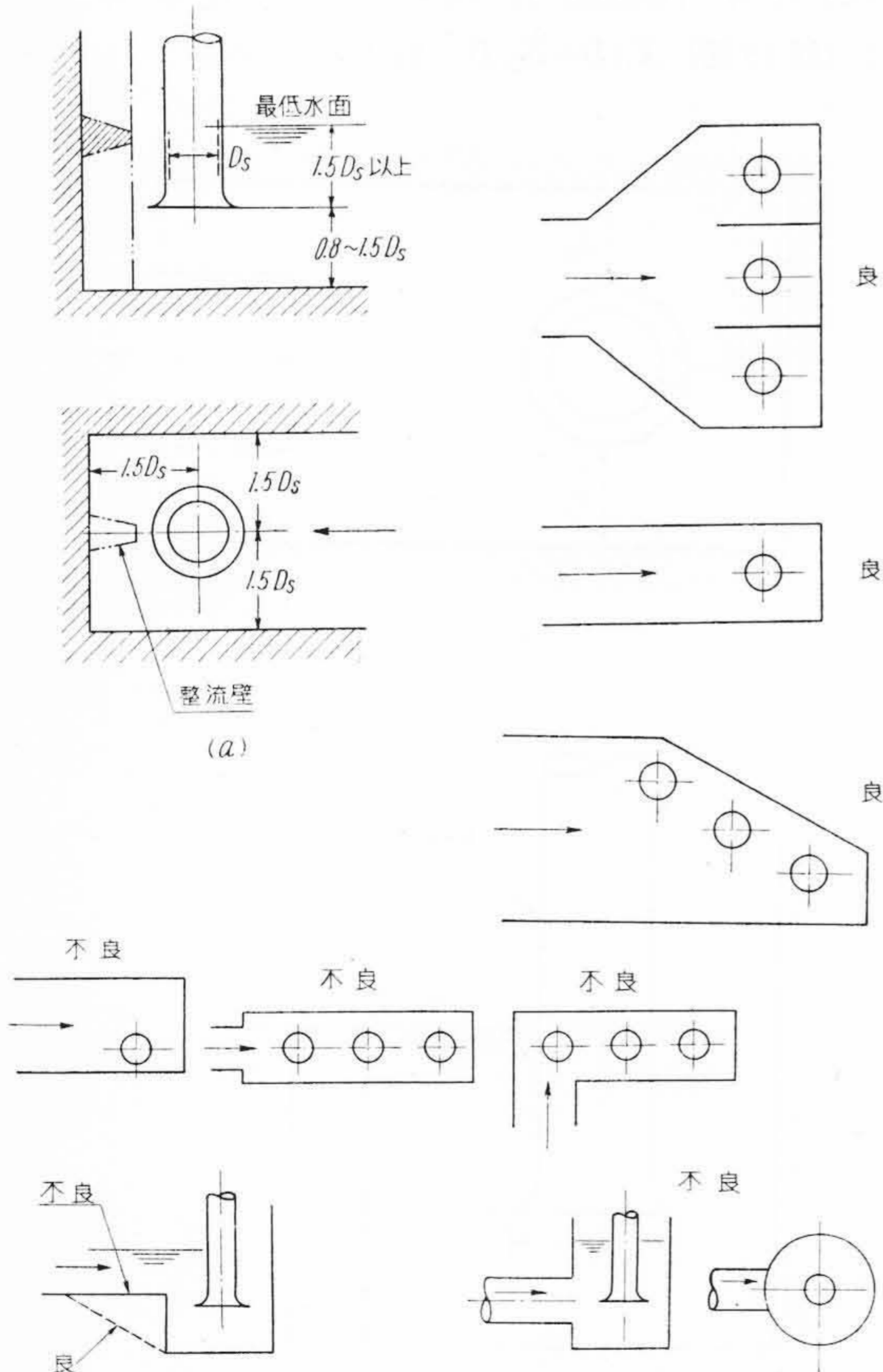
(5) 配管と弁

(A) 吸込管

吸込口は損失を少くし, 整流効果を与えるため必ずベルマウス状にする。吸込管に水平部を有する場合は, 必ずポンプに向つて $1/50 \sim 1/200$ の上り勾配をつけ, 空気溜を作らぬようにする。揚水機ではやむをえず吸込管が堤防を越す場合があるが, ポンプ起動に際し吸込管の最頂部からも, 真空ポンプにより排気するようにする。ポンプの吸上げが高くなれば, 空気が侵入しやすくなるから注意を要する。管の接手はなるべくフランジ接手とし, ポンプ基礎と吸水槽基礎は同一基礎とし, 不等沈下が予想される場合や, 管路の長い場合は, 可撓接手や伸縮接手を入れて逃げを作る。吸込管にヒューム管を使うことは避けねばならない。また印籠接手は長い間には空気の侵入する恐れもあるから使用と施工には注意を要する。

(B) 吐出管, 弁

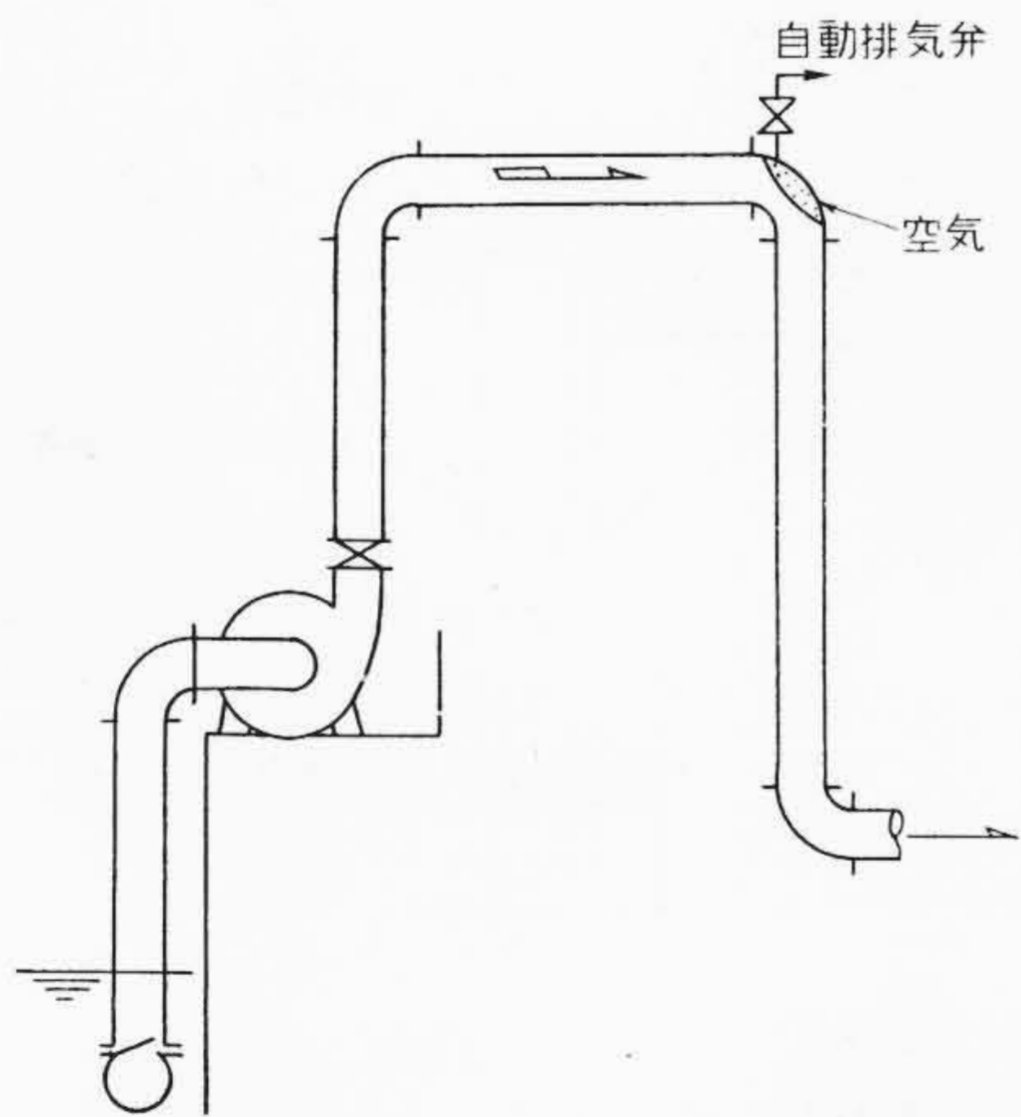
経済的な管径とポンプの吐出口径は必ずしも一致しない。一般に揚程の高いポンプは羽根車から出る水の速度も速いので吐出径は小さく, これをいきなりポンプ内で拡げると損失を増し, 不経済でもあるので, 吐出管で水量に対する経済的な管径に拡げる。送水管内の平均流速は農地用では $1.5 \sim 3.0 \text{ m/s}$ が普通である。送水管の長い揚水計画の場合は特に材料費, 金利, 土木工事費, 償却期間, 送水損失に伴う電力料金などの増加を勘案し, 管径を経済的に決定する必要がある。吐出管路でも立下りが大きいと空気が排出しきれず, 空気溜りを作り著しく送水能力を落すので立下りの始めに自動排気弁をつける(第17図)。管が堤防を越す場合にはその最頂部から真



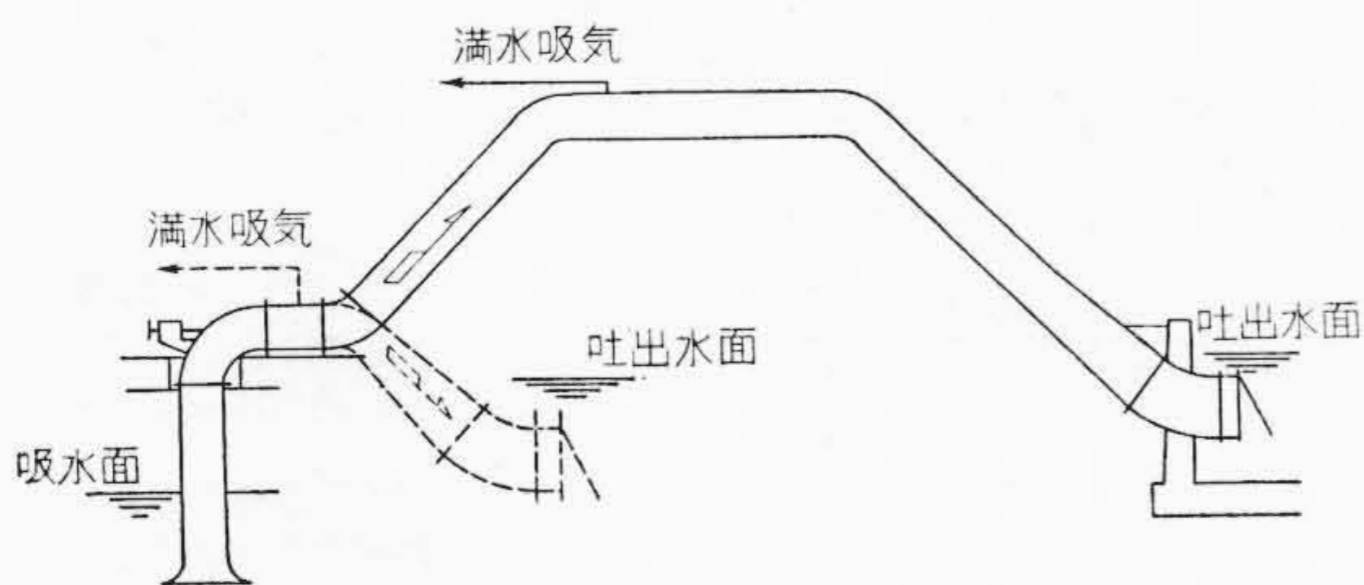
第16図 吸水槽の寸法と形状の良否

空ポンプにより排気することが望ましい(第18図)。通常低揚程ポンプ吐出管端には運転停止時の逆流を防止するため、運転休止中吐出管内に異物が入らぬようにするためにフラップ弁をつける(第19図aおよびc)。フラップ弁は瞬間の逆流を防ぐのが目的で、多少の洩れはあるから、サイフォン配管のサイフォン頂部の底が最高吐出水面よりも高い第19図(c)のような場合は、ポンプ停止と同時に真空破壊を行えばフラップ弁のみで良いが、サイフォン頂部の底が最高吐出水面よりも低い場合は第19図(a)のようにポンプの吐出口に蝶型弁またはスルース弁を設ける。この弁は軸流ポンプの場合は、休止中の逆流を防止するのが目的であつて、起動時にはあらかじめ開いておく必要がある。またフラップ弁は管の吐出端にあり、常時水中にあるため逆流による衝撃や長年の使用のため故障が起つても、修理に困難が多いので、比較的使用時間の長いものではフラップ弁と蝶型弁またはスルース弁の代りに反転式蝶型弁を用いると両者の機能を兼ねることができて便利である第19図(b)。反転式蝶型弁はダッシュポットを有し、逆流による衝撃もほとんどなく、また水中にないのでフラップ弁に比べはるかに寿命が長い。揚水機のように吐出水位が高い計画では通常逆止弁を置く。排水機は揚程が低く、管路も短い場合が多いので、水撃が問題になることはまれで

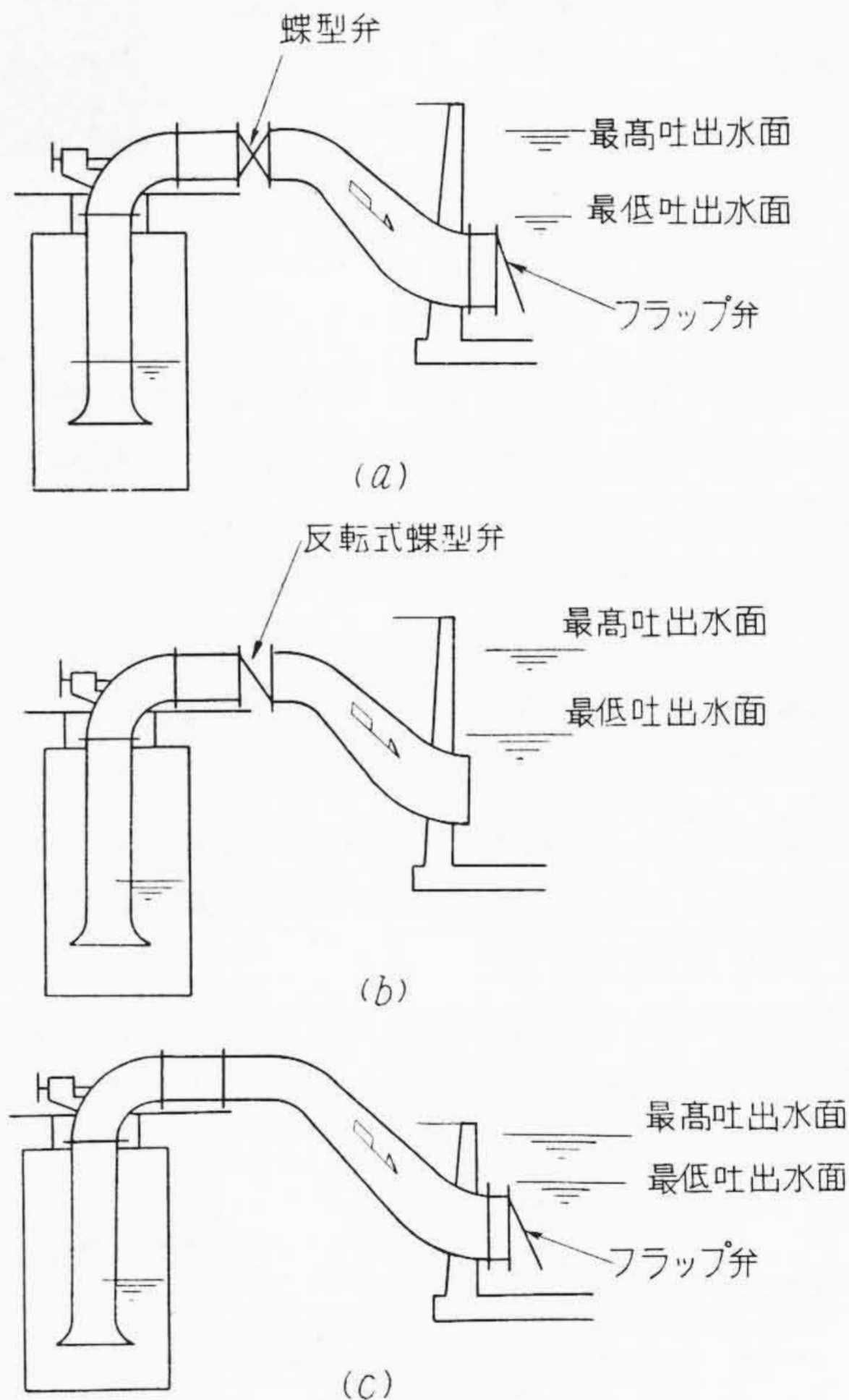
あるが、揚程高く、管路長く、しかも建設費を軽減するため吐出管の一部にヒューム管を使いたいという場合には、水撃を十分考慮して計画しなければならない。実揚程が低くても第20図のような場合は、ポンプが急停止すると管中に水柱分離が起り水柱分離による水撃現象が起るので注意しなければならない⁽³⁾。吐出水槽も吸水槽と同様ポンプ基礎と同一基礎とし、不等沈下を起さぬようにしなければならないが、別基礎となる場合は可撓接手を置き不等沈下に処するようにする。第21図および第22図は第23図に見られるようにポンプ基礎と吐出暗渠が別基礎であつたため不等沈下を起し事故を起した実例である。据付工事や土木工事の工程の都合で配管が先に施工されてやむをえず後からポンプを据付ける場合と



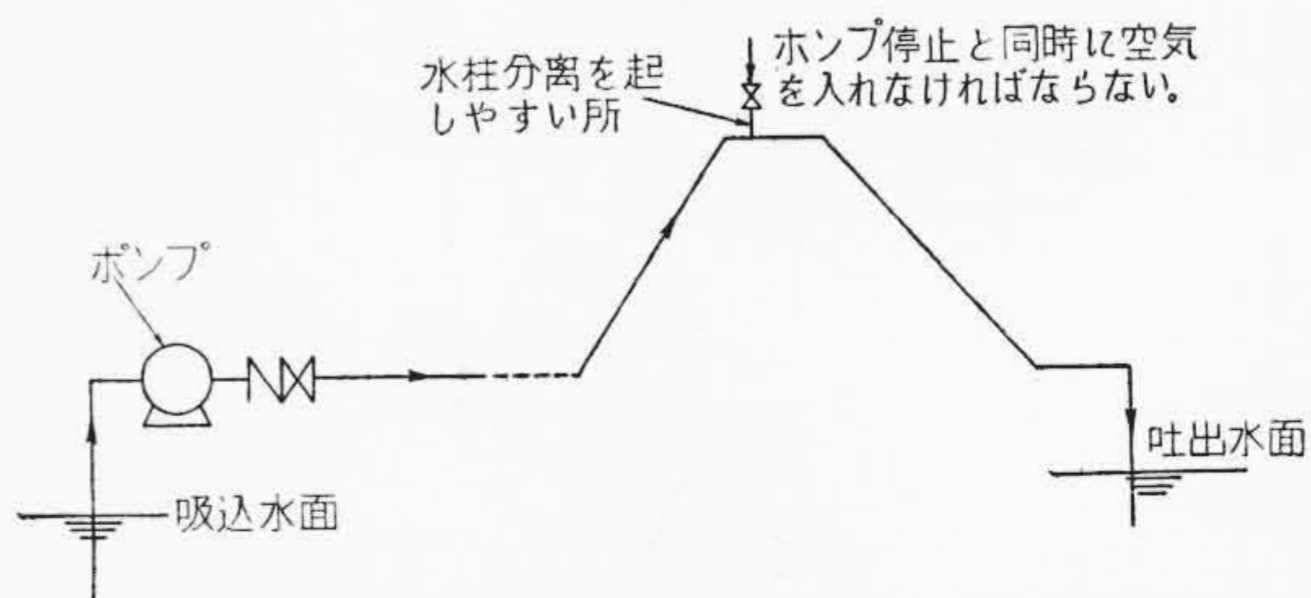
第17図 自動排気弁を必要とする配管の例



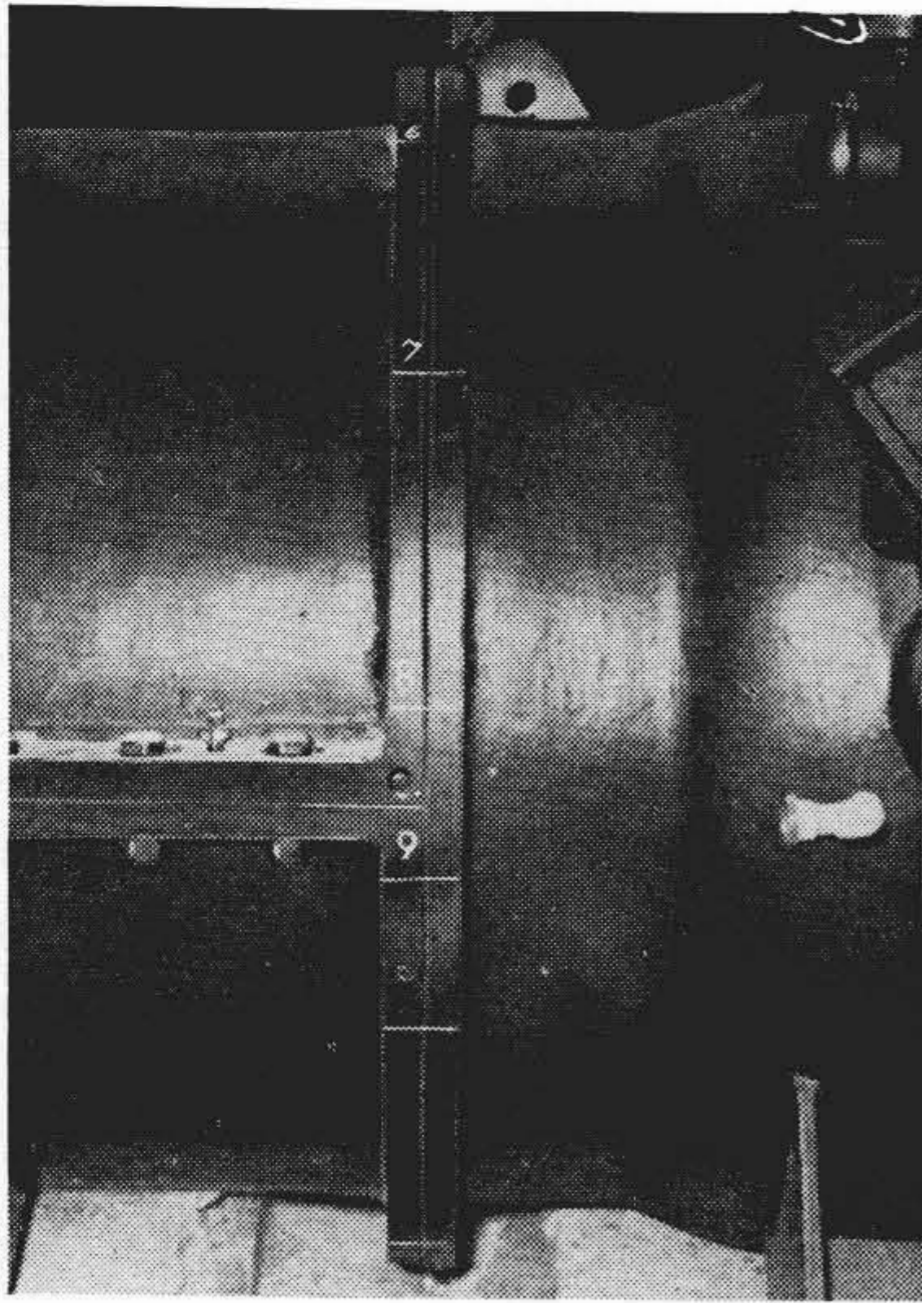
第18図 サイフォン配管の満水



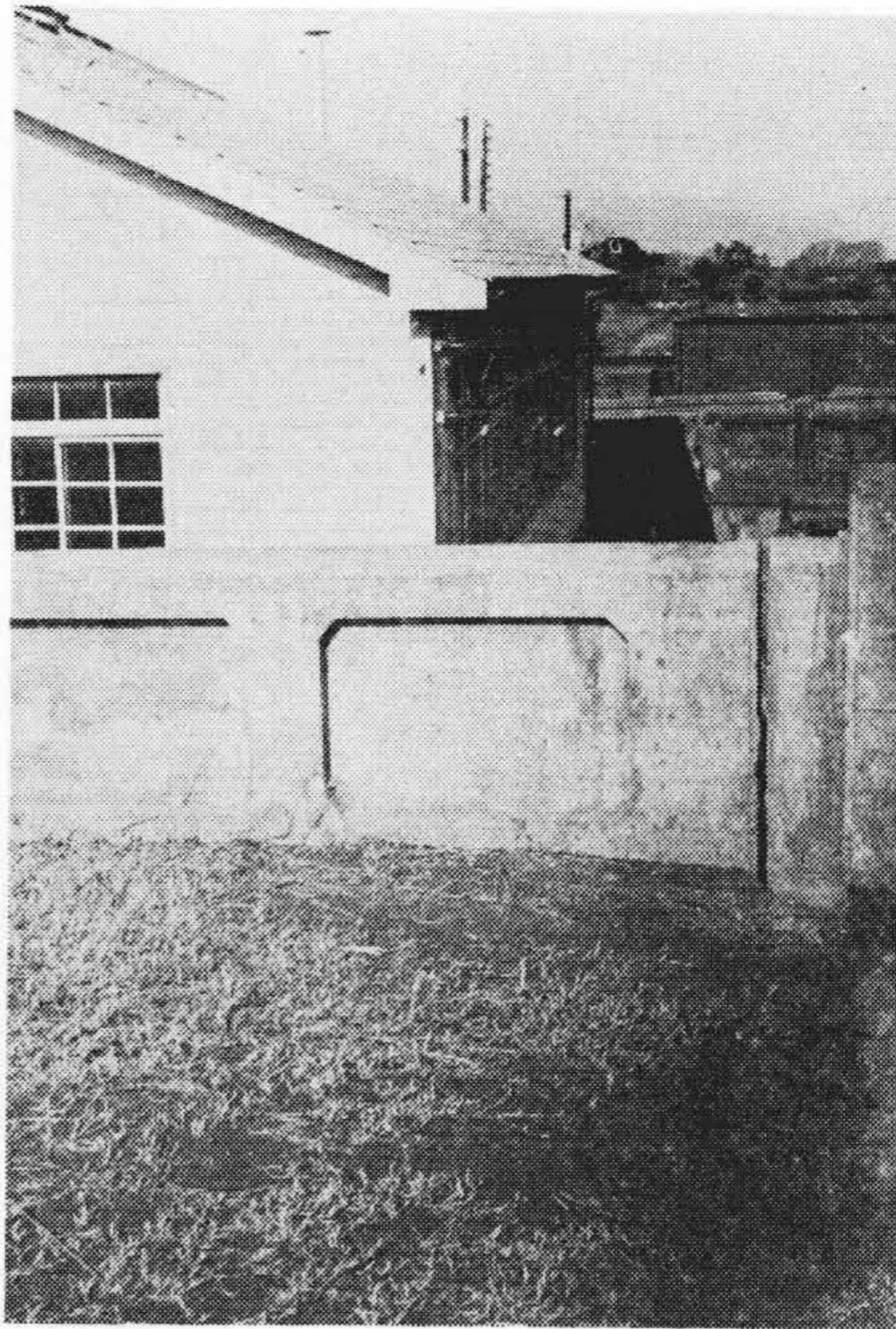
第19図 サイフォン配管と吐出弁



第20図 水柱分離を起しやすい配管



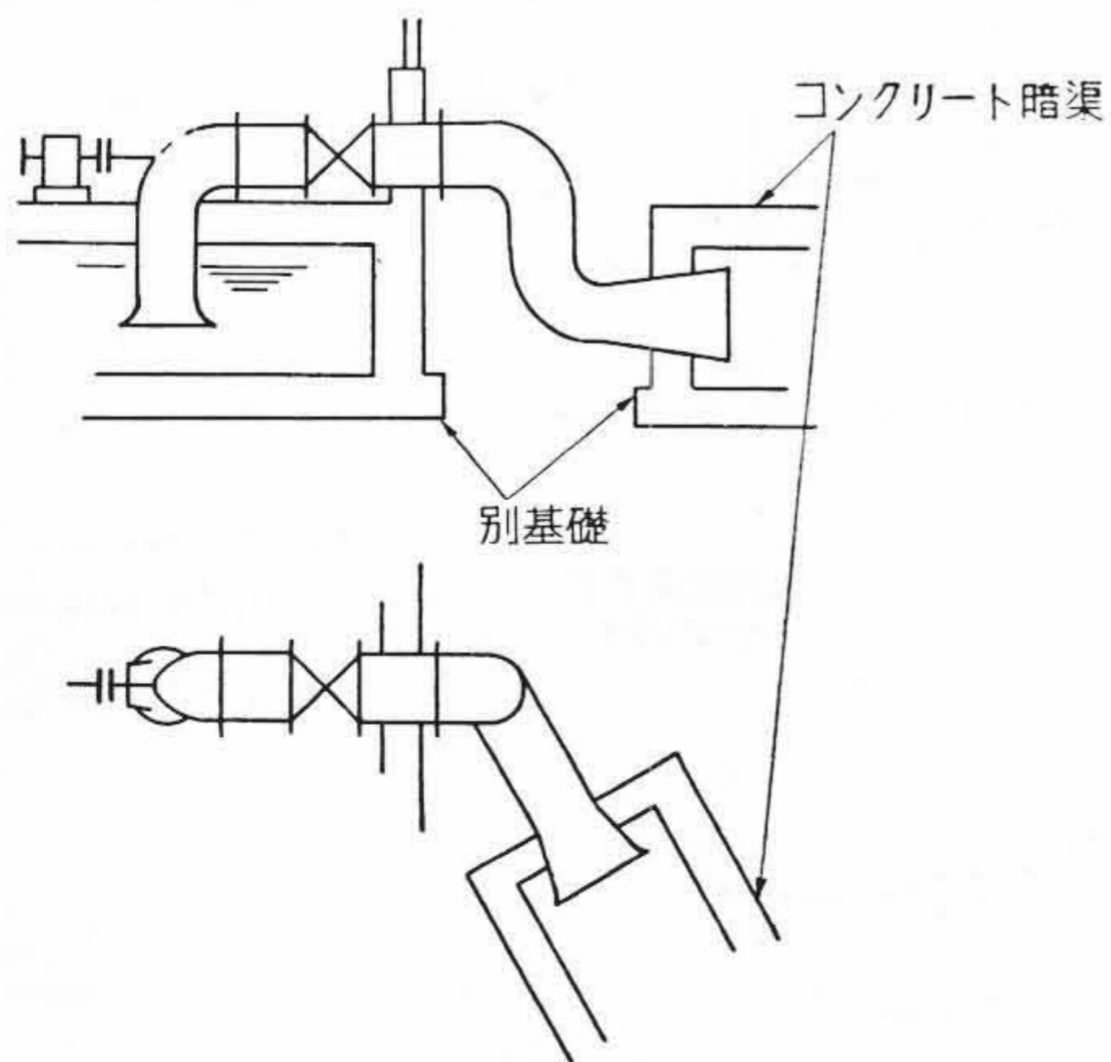
第21図 不等沈下により管接手部分に隙間ができた状態



第22図 基礎不等沈下による事故の実例（壁に隙間ができています）

か、分岐管を有する配管では、据付の狂いや、製作上の誤差をとるために必ず逃げが必要であり、伸縮接手や可撓接手を適当に配置する。これらの管接手の例を第24図に示す。大きな撓みを取る必要のあるところでは第24図(a)および(b)が適当である。伸縮量の多いところでは第24図(e)が適当である。第24図(c)(d)および(f)はパイプの取外しが楽で構造が簡単なところが特長である。印籠接手も採用されるが、後日取外しの予想されるところには取外しの簡単な第24図(c)または(d)が良い。

印籠接手や長手方向に動きうる接手を用いた場合には、流水方向に大きな力を受け持つことができないか



第23図 ポンプ室基礎と吐出暗渠基礎が分離している例

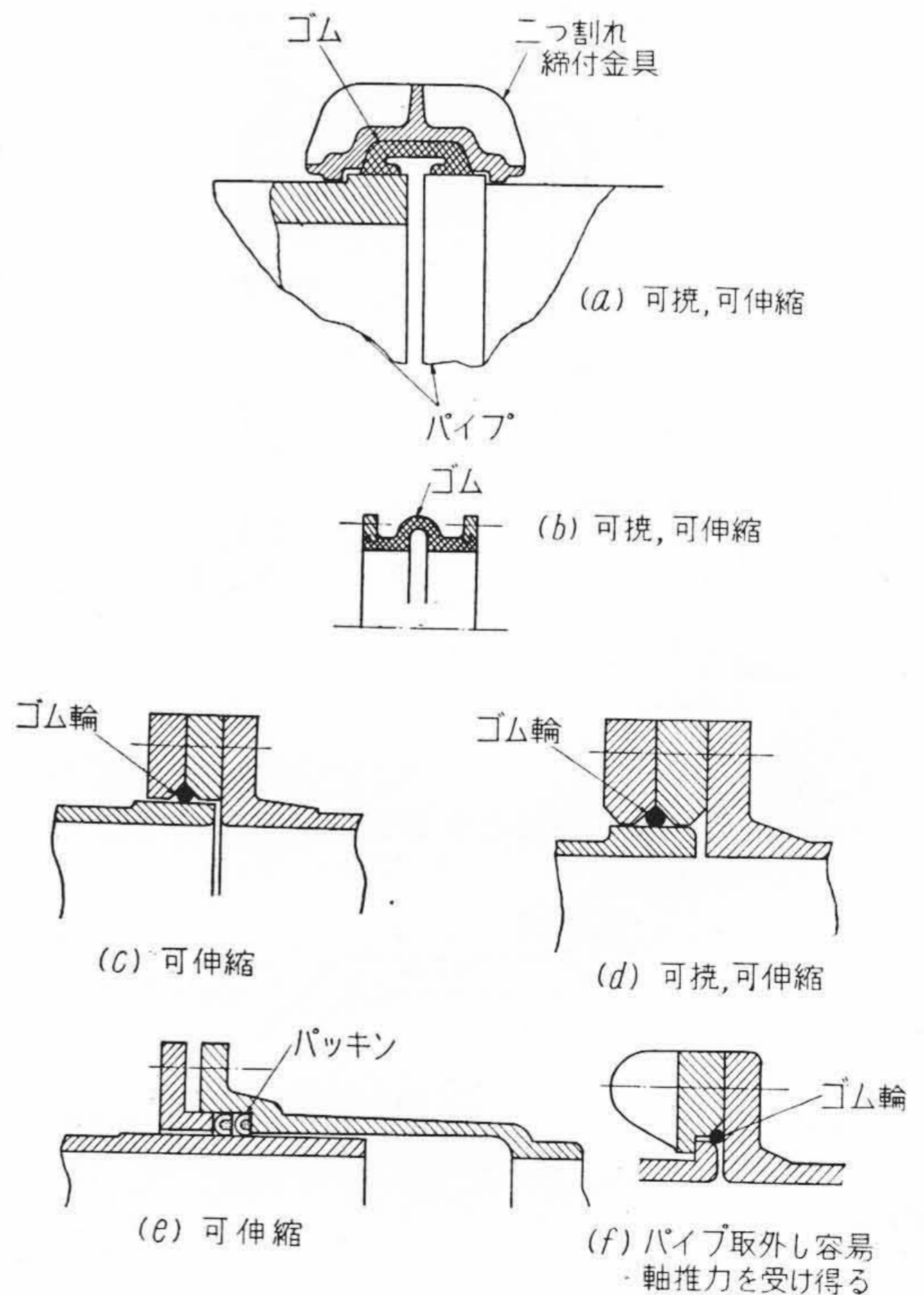
ら、ポンプと弁の間とか、水撃が起るような場所では、急激な圧力上昇によつて抜け出る危険があるから注意を要する。そのほか管路計画に対する一般的注意を述べると次のとおりである。

(a) 管路が炎天下にさらされるような場合、あるいは寒冷地では熱膨脹による伸縮をとるため逃げを考慮すること。長い管路では特に注意を要する。

(b) 管路は管の重量に水の重量を加算した重量に対して、撓みや変形を起さぬように適当な箇所に支持台を設ける。

(c) 凍結の恐れのあるような場所では管を地下に埋設

するとか、冬期は水を抜くことができるように考慮し、水槽中に突込まれた管に対しては水位を下げ、管を露出できるようにするか、管を水槽から引上げうるような考



第24図 可撓接手と伸縮接手

慮を払う。

(d) 大口径の管にはマンホールをつけ点検や掃除ができるようにすれば便利である。

〔IV〕 主ポンプ用原動機に対する二、三の注意

(1) 電動機

電動機の選定の方法や取扱については良く知られているので省略する。

(2) ディーゼルエンジン

ほかの内燃機関に比し熱効率が良く、燃料費の安いディーゼルエンジンが用いられる。2サイクルエンジンと4サイクルエンジンがあるが、ポンプ用に使用される陸用エンジンはほとんど4サイクル式である。回転数はガバナーによつて調整され、普通、ある範囲は簡単に回転数を変えることができる。ディーゼルエンジンで注意しなければならないことは、使用回転数附近にエンジン軸系の振り振動の共振点がないこと、および回転速度の変動の少いことである。多気筒の高速エンジンを使用するときは特に注意を要する。多気筒の高速エンジンは一般に軸系の振り固有振動数が低く、これがフレキシブルカップリングでポンプ軸または歯車変速機のピニオン軸と接続される時は全体の軸系の振り固有振動数はさらに低くなり、常用回転数の附近に共振点が出やすくなる。一方速度変動を小さくするために、フライホイールを大きくする時も軸系の振り固有振動数は下がる。速度変動が大きいと歯車掛の場合は歯車変速機に有害な振動を生じたり、音響を発したりし、またポンプ軸と直結の場合でも、それが著しいと羽根を折損する恐れもあるから、速度変動率を小さくしなければならない。速度変動による振幅の大きさが、歯車噛合のバックラッシュより大きければ、ギヤの歯面はピニオンの歯面によつてたたかれる。その振幅の大きさは

$$4 \text{ サイクルエンジンでは } \Delta\theta = \frac{2\pi\delta}{Z}$$

ここで $\Delta\theta$: 角振幅 (rad)

$$\delta: \text{速度変動率} = \frac{\text{最大角速度} - \text{最小角速度}}{\text{平均角速度}}$$

Z : エンジンの気筒数

この場合歯面をたたく衝撃力が小さければ、普通問題にならないが、大きければ有害な振動となる。この衝撃の回転力は

$$N \propto \delta \cdot n^2 \cdot Z \cdot I$$

ここで N : 回転変動による回転力

n : エンジンの回転数

I : エンジン側の軸系の慣性能率

したがつて多気筒で高速のもの程注意を要するといえる。一つの目安としては4サイクルエンジンでは

$$\delta \cdot Z \cdot n^2 \leq 20,000 \quad (\text{ただし } n \text{ は rpm})$$

程度とすべきであろう。

エンジンの基礎については前述したが、電動機より丈夫なものでなければならない。ディーゼルエンジン駆動の一つの欠点は現在国内では縦軸エンジンが製作されていないため、縦軸ポンプに直結できないことである。したがつて縦軸ポンプを駆動する場合はベベルギヤを介して駆動しなければならないので、ベベルギヤの大きさからポンプの容量も制限される。またエンジンには冷却水を必要とする。その水量は1時間1軸HP当り約20 lで水に泥砂を多く含む場合は、ジャケット内に泥砂が沈積し冷却効果を著しく害するので注意しなければならない。原則として清水を用いる。小さな井戸では水量が不足するから、冷却水槽を作り水を循環させ井戸水は補充用の程度とする。揚、排水用の水が良い場合は主ポンプ吸水槽または吐出水槽から取る。


〔V〕 結 言

以上農地用ポンプの計画上重要な事項について述べた。ほかにも補機の選定や配置、駆動方式などがあるが、ここでは事柄を主ポンプに限定した。本文が多少でも農地用揚、排水設備の計画に従事される各位の御参考になれば幸である。

参 考 文 献

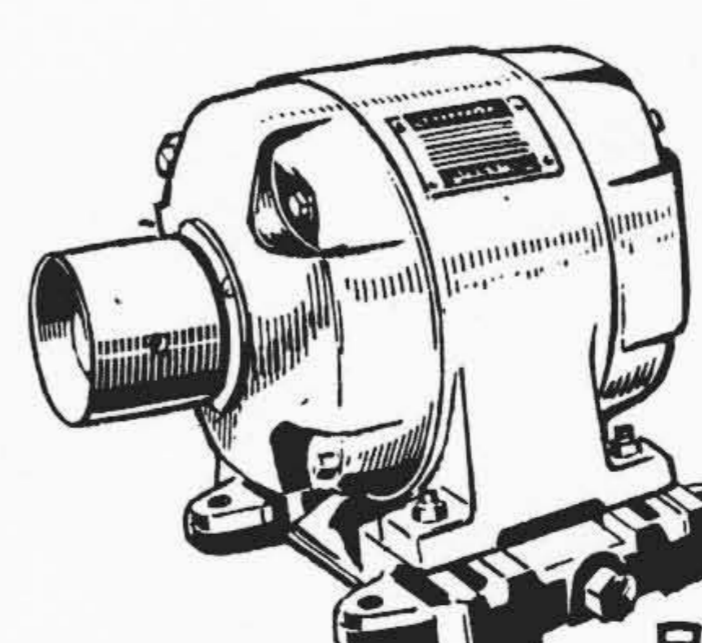
- (1) Voska: Esher Wyss Mitteilungen 14, 103 (1941)
- (2) Iversen: Transaction of A.S.M.E. 75, 635 (1953)
- (3) Richards: Transaction of A.S.M.E. 78, 1,297 (1956)

日立モートルの評判は
どこへ行つても絶対です。



日立モートルは各方面に於ける愛用者の方々へのゆきとどいたサービスと共に独特の一貫作業により安心して使つて頂ける力の強いそして寿命の永い優秀品であります

日立モートルの生産高と販売高がモートル界の第一位にある事によつてもその評判はおわかりでしょう



日立製作所



特許の紹介



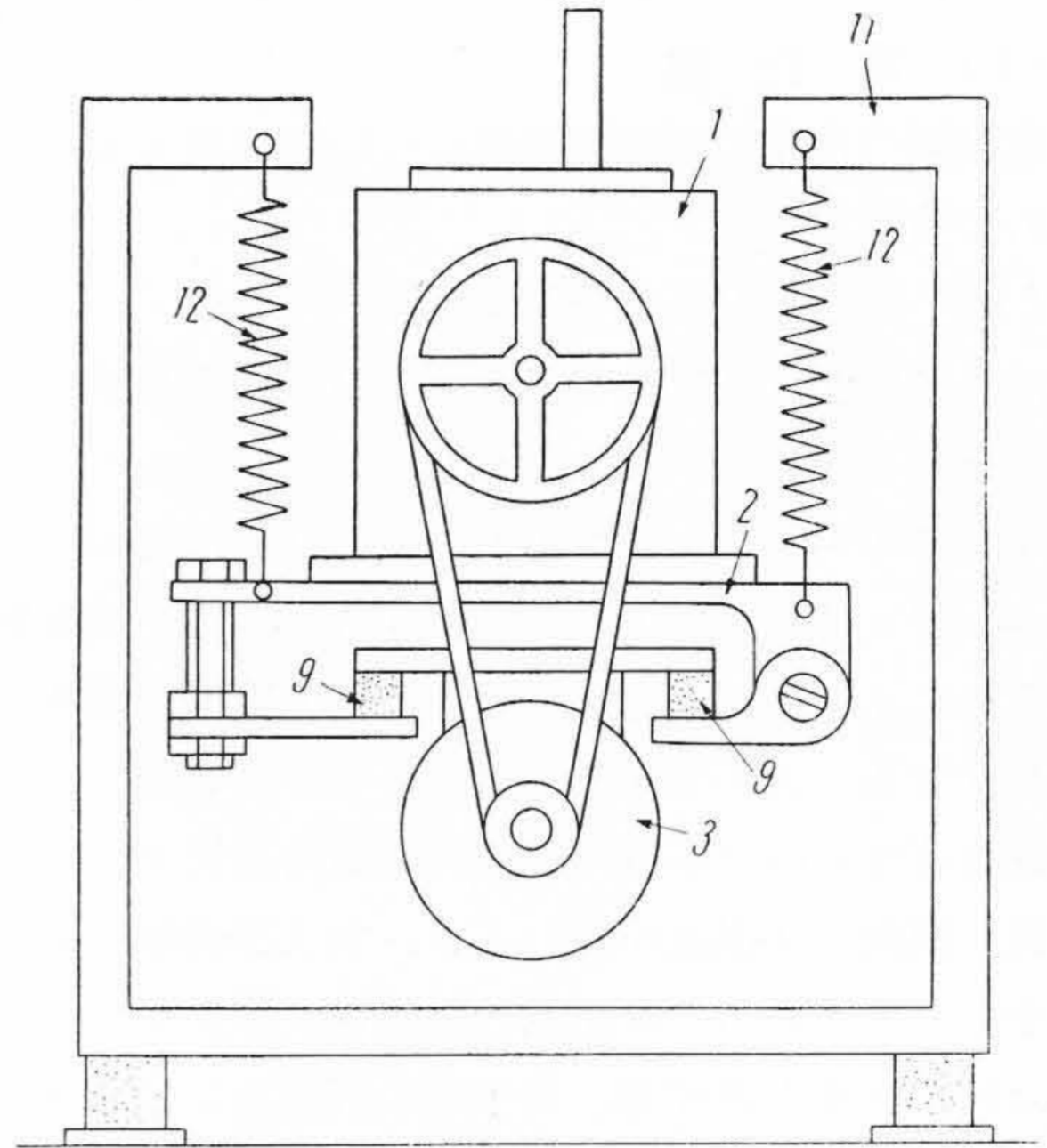
実用新案第459938号

野田保

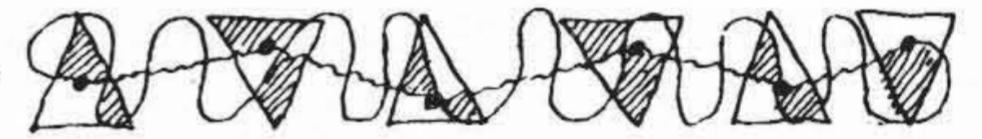
回転真空ポンプ

この新案は、基台2に真空ポンプ1を取付け、これを駆動する電動機3は、防振ゴム9を介して基台2に取付け、基台2はバネ12をもつてフレーム11に支持させたものである。一般に電動機3より発生する振動は、その周波数が高くて振幅は小さい、これに反し真空ポンプ1より発生する振動は、周波数が低くて振幅の大きいものである。しかるに、防振ゴム9は周波数の高い振動に対して有効であるから、電動機3の振動を有効に吸収でき、またバネ12は主として振幅の大きい周波数の振動を有効に吸収できるものであるから、回転ポンプの振動は、バネ12によつて有効に吸収され、したがつてフレーム11に伝達される振動はほとんど完全に防止でき、電子顕微鏡の排気ポンプのように極度に振動を嫌うところに使用するのに好適である。

(田中)



製品紹介

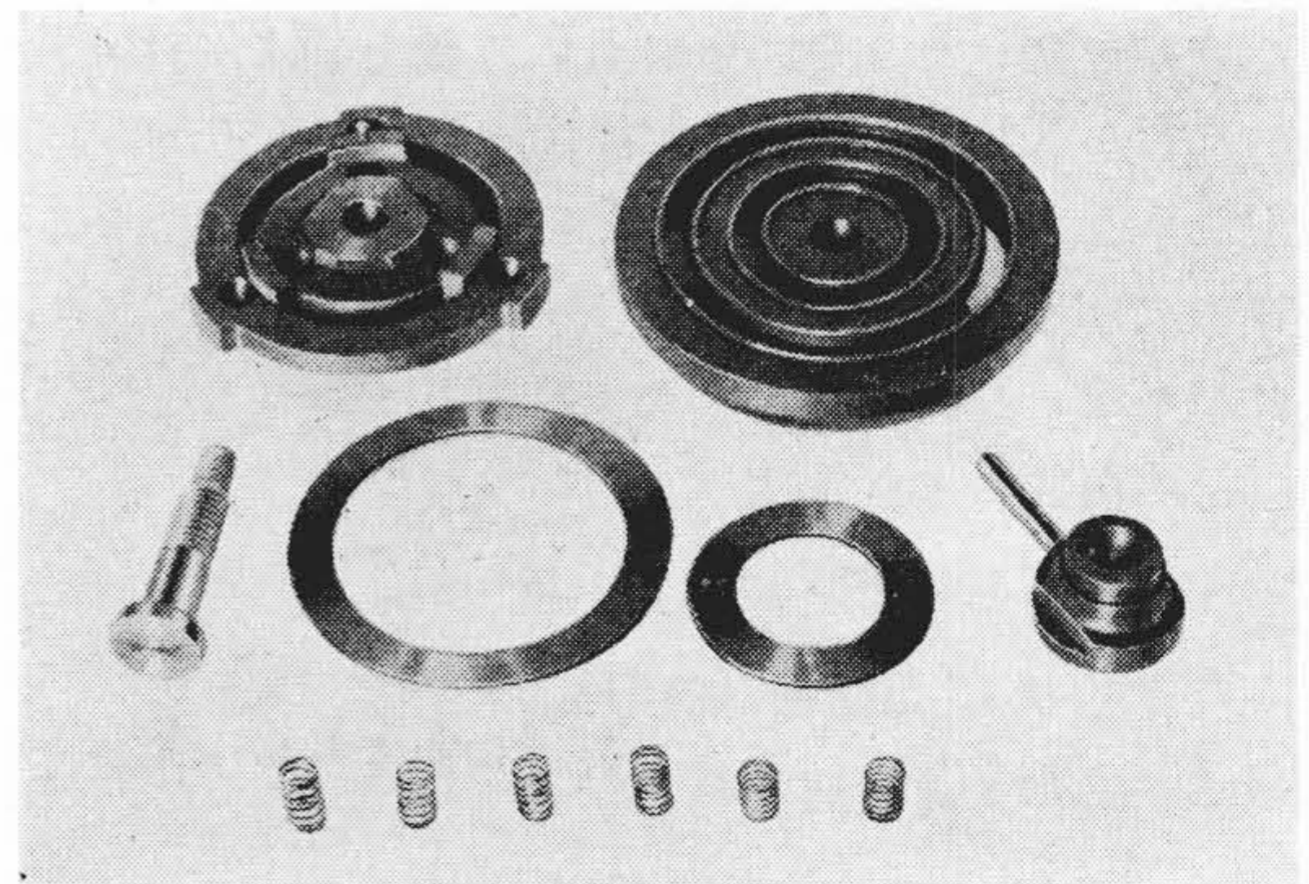


特殊鋼の弁板

空気圧縮機の弁板は高熱、高速中で繰返し激しい衝撃を受ける部品であるので、材質の良否が直ちにその性能に重大な影響を及ぼす。この最も重要な弁板には強靱にして、耐磨耗性に富む日立金属工業株式会社安来工場の特殊鋼が使用される。

用途に最も適するように、鋼塊からの加工作業は特に慎重を期して行われる。さらに特殊な性能を要求せられており、かつ常に均一な品質を保証するため焼入、焼戻しの熱処理は勿論、機械加工、研磨仕上などの作業において高度の技術を要する。

かように弁板の性能が優秀で、すぐれた耐久力を持たせるため弁板の一枚一枚に細心の注意と苦心を払つて完成するのである。



第1図 特殊鋼の弁板

本品は空気圧縮機の重要部品として、日立製作所川崎工場へ納入されて、その品質のよいことはすでに定評がある。