

最近の上下水道用ポンプ

The Recent Pumps for Water Supply and Sewerage

水 口 保*
Tamotsu Mizuguchi

内 容 梗 概

都市の上下水道用ポンプとして使用されている主要なポンプの最近の傾向について概説し、その実績を示した。最近都市条例などによつて制限されるようになった運転騒音の防止方法の概略を記述し、特に考慮された場合と一般の場合の多数の実例を示し、あわせてその限界を述べた。水撃現象に関しては、管路の長大化によつて起りやすい水柱分離現象についての考察を記し、それぞれの場合に応じた防止装置により、圧力上昇を適値に制限しうることを実例にて示した。

〔I〕 緒 言

近年各都市における工業施設の拡大は、人口の都市集中化を促し、諸用水の需要と下水排水設備の整備拡充の必要性を急激に増大させた。いうまでもなく上下水道施設は、都市機能を維持するための動脈と静脈を形成するものである。このような水道施設の主体は、上水浄水場、下水処分場などであつて、これらの施設には、多数のポンプが設置され、その良否は、施設の能力に直接の影響を及ぼし、非常に公共性が強いので、ポンプを用途にもつとも良く適合した優良な性能のものとし、運転効率と信頼度を高めることは、きわめて重要なことである。日立製作所で製作された上下水道用の各種ポンプは、非常に多数にのぼつているが、ここにその一部を紹介するとともに最近採りあげられるようになった運転騒音、および水源地と給水地の遠距離化によつて生ずる水撃現象に関して多少考察した結果を述べることにする。

〔II〕 上下水道におけるポンプの傾向

ここ数年のうちに相續いて完成された主要な上下水道用ポンプの仕様（吐出量 $m^3/min \times$ 全揚程 m ）を図表上に打点して見ると、第1図のように広い範囲に分布し、水道施設の規模が非常に多様にわたつてゐることを示しているが、全揚程からその用途をみれば、上水道では30m以上が送水用、30m前後が増圧用、10~30mが洗滌水用そのほか、10m前後が取水用となつており、下水道の排水用は、主として10m以下である。

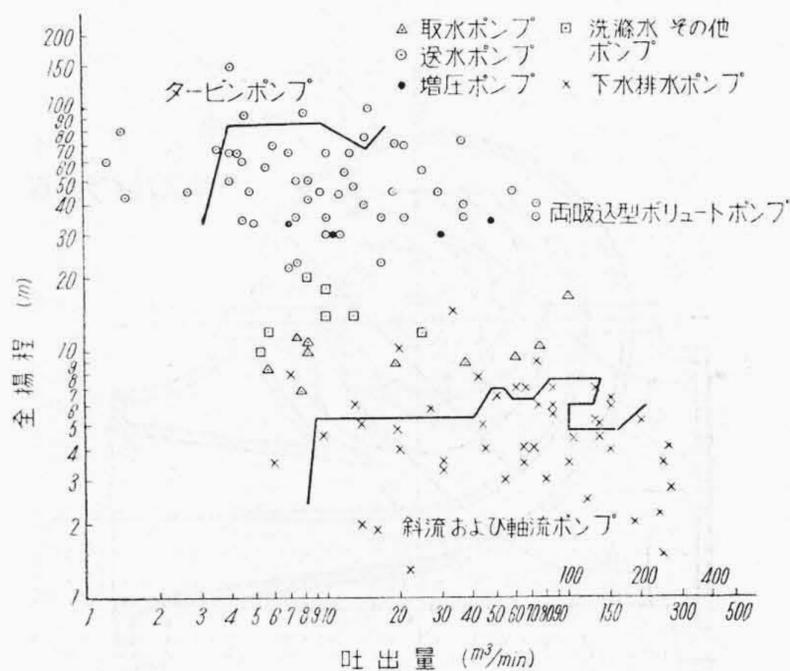
（1）送水ポンプ

上水道の送水ポンプには、従来単段両吸込型のタービンポンプが長い間にわたりほとんど習慣的に用いられてきた。元來水道用ポンプは、きわめて公共性の強いものであるだけに絶対的の信頼度が必要であり、またその重要度に応じてポンプ場は、整然と計画され、清潔に保持され、十分の管理が施されているのが普通である。したがつて機種を選定もおのずから前例にならつて万全を期

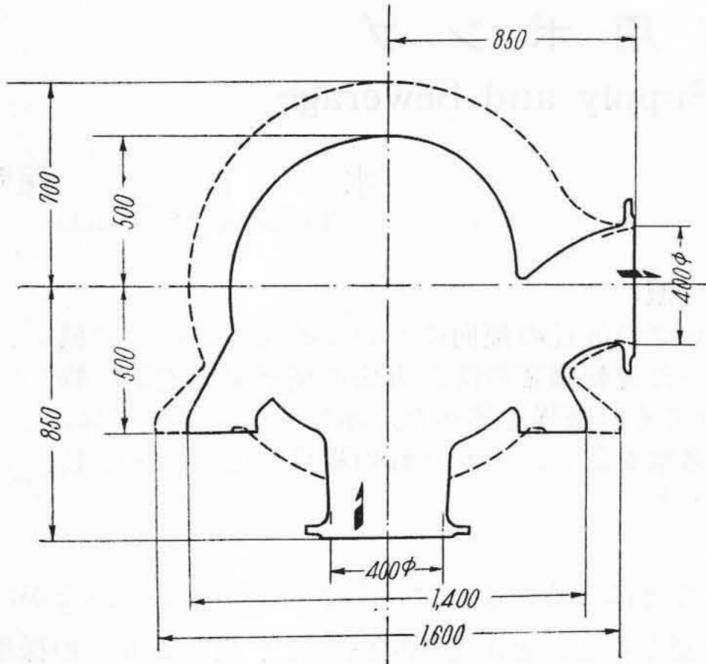
* 日立製作所亀有工場

することになる。これは、しごくもつともであるが、見方を変えると、とかく保守的となり新しいものの採用をためらうきらいがある。しかしわれわれポンプ製造業者は、より良き性能のポンプをより経済的に供給すべく努力しているので10年前の設計と現在のものでは内容が異なるのが当然である。一例を示すと、第2図の破線は、16年前に製作された両吸込型タービンポンプであり、実線はまったく同一仕様で最近製作されたものである。重量は、前者を1とすれば後者は0.72となつている。第3図は、両者の性能曲線の比較を示す。新ポンプは吐出口の位置を旧ポンプに合せたため多少形に無理があり、必ずしも良い効率を示していないが、それでも効率の絶対値が5%向上し、全揚程曲線も完全な下降曲線となり、平行運転に適合したものになつている。

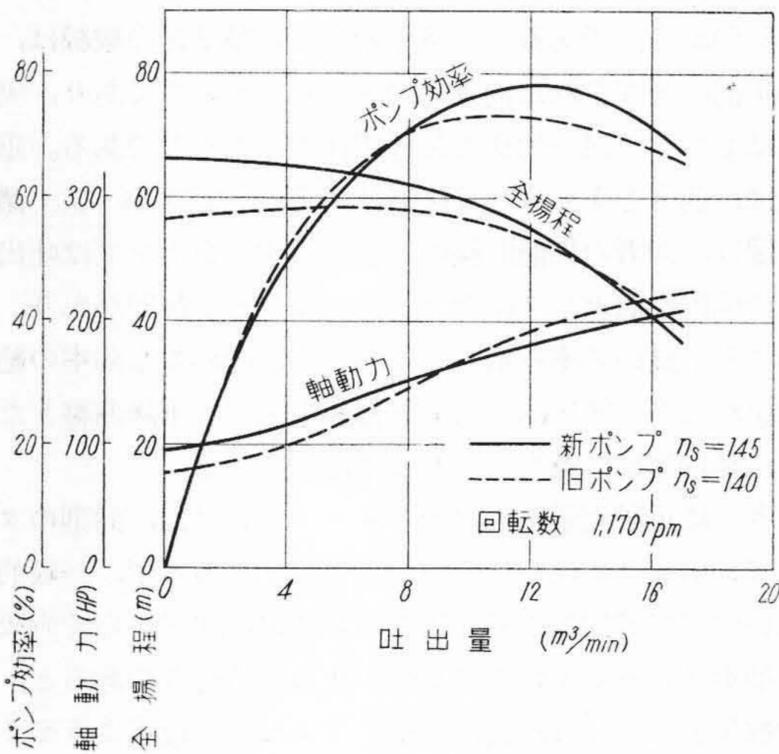
さらに単段両吸込型のポリュートポンプは、同型のタービンポンプに比して性能がまさるとも劣らず、一般的にいつて経済的なので、送水ポンプは、すべからず両吸込型ポリュートポンプに置きかえられるべきであると、10数年前からわれわれは主張してきたが、最近ようやく一般に認められ、両吸込型ポリュートポンプが主として



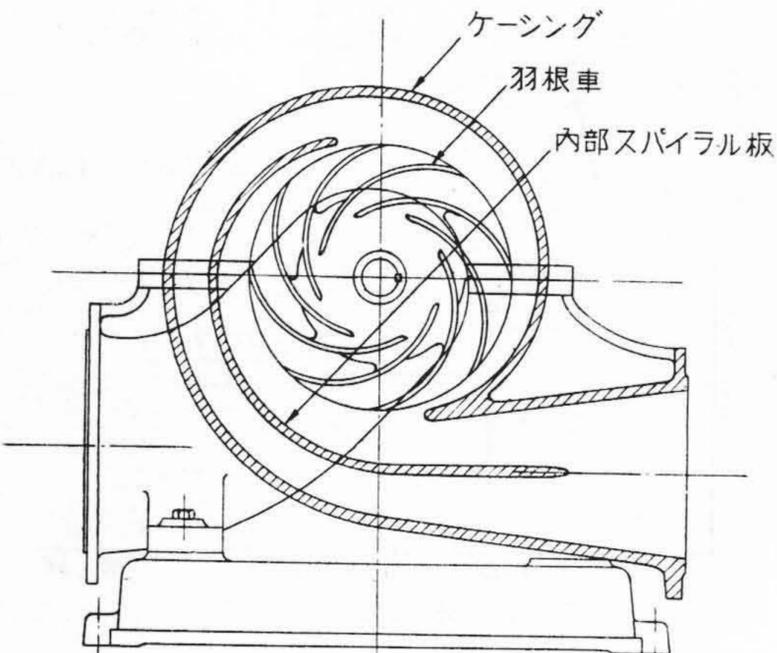
第1図 上下水道用ポンプの仕様（吐出量—全揚程）の分布状態



第2図 400mm 両吸込型タービンポンプの新, 旧寸法比較



第3図 400mm 両吸込型タービンポンプの性能曲線



第4図 二重ボリュートケーシング

使用されるようになったことは第1図に示したとおりで、誠に喜ぶべきことである。最近の両吸込型ボリュートポンプは、115附近の低 n_s ($n_s = N \cdot Q^{1/2} / H^{3/4}$, rpm, m³/min, m, 両吸込型の Q は、吐出量/2 を用いる) においても高い効率を発揮するのみならず第4図に示す二重ボリュートケーシングを用いることにより、その性能曲線に次のような特性をもたせることができる。

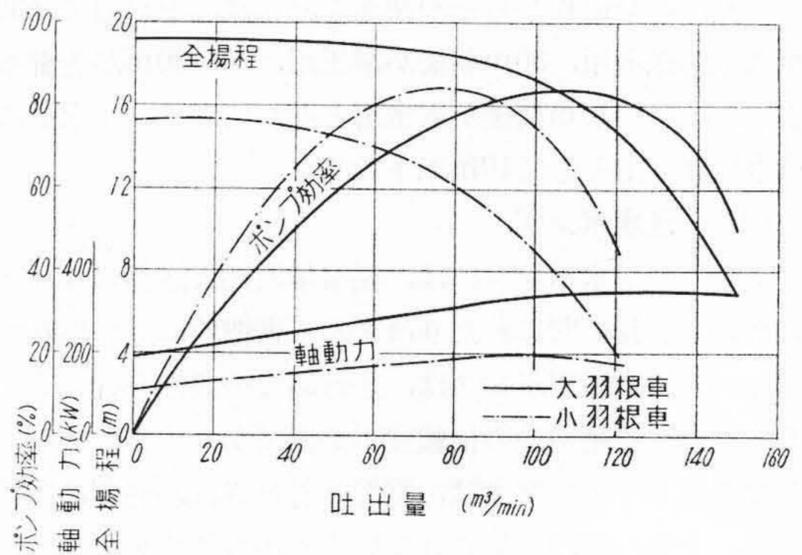
- (i) 全揚程曲線の傾斜が緩やかである。
- (ii) ポンプ効率曲線が平らである。

季節的、時間的に給水量の変動が大きい上水道設備は、ポンプの運転台数の増減および第5図のような羽根車の交換などにより、対処する機会が多いがこのように対処しても、なおポンプ吐出量の変化は避けられぬのが普通であり、小吐出量においてあまり余分の揚程を発生することは、吐出弁の絞り損失を増大することになるので、(i)の特長は、特に上水道の送水ポンプに適する特性であり、吐出量に変化しても常に効率よく運転するため最高効率が高いのみでなく、効率の高い範囲が広い(ii)の特長もまた送水ポンプに好適な特性である。

二重ボリュートケーシングは、羽根車周縁の圧力分布を均一にし、羽根車内における圧力変動を少なくし、羽根車入口の流入条件を一様にするので、規定吐出量以外の広い範囲にわたり羽根車およびケーシング内での損失が少くポンプ効率曲線を平らにする⁽¹⁾。さらにこのケーシングによつてポンプの運転性能に与えられるよい影響は、羽根車に加わる軸心向き推力が小さくなり、またケーシングの耐圧強度が著しく増加し、変形をより少なくするので、マウスリング、軸受メタルなどの減耗部の寿命を伸ばせることで、運転時間の長い、揚程の高い送水ポンプにきわめてよく適合する。

(2) ブレードレスポンプ

上下水道設備において、砂、泥および汚物などが混入されている液体を取扱うポンプは、羽根枚数の少ない羽根



第5図 大阪市水道局柴島浄水場納 900mm 両吸込型ボリュートポンプの性能曲線

車を用いるか、液体の異物混入濃度を稀釈して通常のポンプを使用するのが在来の方法であるが、前者の場合には、濃度が高いとたびたびの分解清掃が必要となり、たとえポンプの分解がきわめて簡易な構造となつていても運転の中断は、設備全体の能力をはなはだしく低下せしめる。後者の場合にも、稀釈作業工程を必要とし、目的量を処理するのに長い時間がかかる。

このような場合に本誌別文に紹介されているブレードレスポンプを使用すれば、液体を高濃度のままで円滑に、連続的に流動させることができるので、設備の能力が著しく向上する。

上水浄水場や下水処分場におけるブレードレスポンプの用途は、下記のとおりである。

(i) 浄水場の濾過池用砂の採集

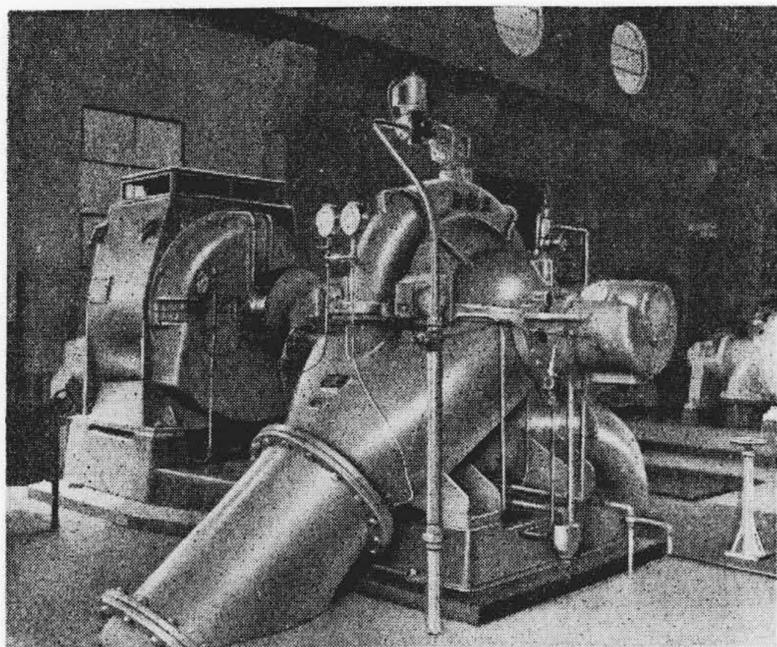
吸込管端附近にたとえばジェット噴水などを施し、液の攪拌が十分ならば、重量濃度 30~40% 程度のものの揚液が可能である。

(ii) 浄水場の緩速および急速濾過池の排泥処理

これらの設備の排泥は、泥が粘りの多い性質のため、非常に厄介なものであるが、ブレードレスポンプを用いれば、短時間で処理ができるうえ、従来のノンクログポンプまたはサンドポンプに比し、吸込性能も良く、十分な排泥を行うことができる。

(iii) 下水処分場の污水浄化装置におけるプロセスポンプ

これらの汚水中には、雑多な夾雑物および粘土などの金属表面に附着しやすく、ほかのポンプでは、揚液の円滑を欠くようなものが含まれているが、ブレードレスポンプならば、閉塞することがまったくなく、連続運転が可能である。



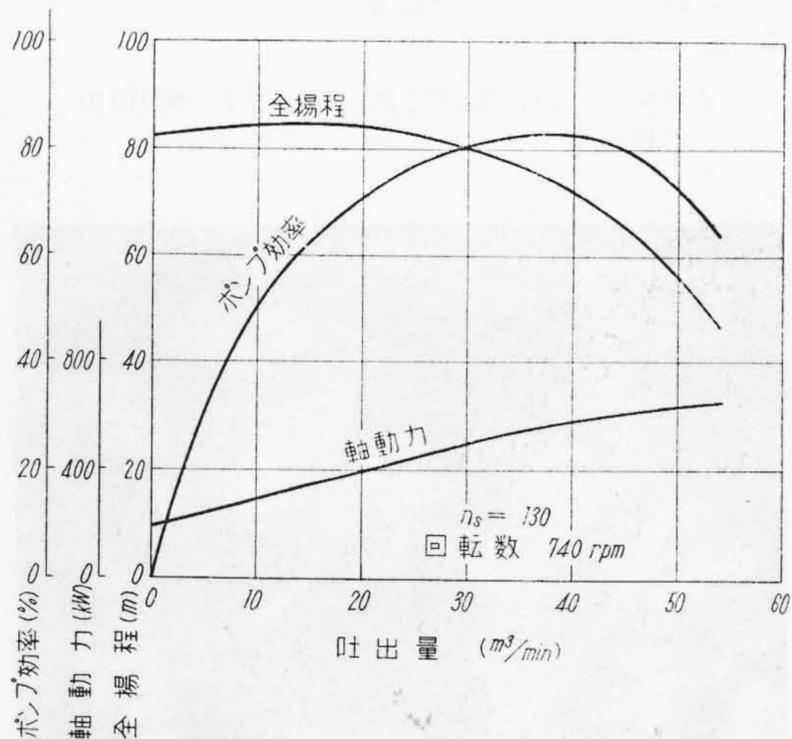
第6図 東京都水道局砧上浄水場に据付られた 600mm×400mm 両吸込型ポリュートポンプ

(iv) 下水処分場の沈澱槽スラッジ処理

処分場では、下水処理の方法により、いろいろな性質のスラッジを生ずるが、管路を流体として流れうるものならばすべてブレードレスポンプによつて揚液が可能である。

(3) 上下水道用ポンプの実例

最近製作した主要な上下水道用ポンプのうちからその実例を次に述べる。東京都水道局砧上浄水場納の 600 mm×400 mm 両吸込型ポリュートポンプ (送水ポンプ) は、 $36 \text{ m}^3/\text{min} \times 73 \text{ m} \times 740 \text{ rpm} \times 700 \text{ kW}$ の仕様に対して、(i) 規定仕様にてポンプ効率 82% 以上、吸込揚程 -5 m、(ii) 吐出量 $18 \text{ m}^3/\text{min}$ においてポンプ効率 65.5% 以上、(iii) 全揚程 50m において吐出量 $50 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上、ポンプ効率 65.5% 以上、吸込揚程 -4 m、軸動力 700 kW 以下、という附加条件があり、第6図のような二重ポリュートケーシングを使用して、第7図に示すように、上記条件を完全に満足して納入された。第8図、第9図は、二重ポリュートケーシングを使用した送水ポンプのほかの例である。下水道用ポンプは、主として雨水や処理後の污水などを河川または海へ放流するためのもので、潮の干満、降雨などによる増水などにより揚程変化が大きい、これに対する吐出量は、できるだけ減少しないことが必要である。大阪市土木局住吉ポンプ場へ納入した 1,350 mm 斜流ポンプは、 $260 \text{ m}^3/\text{min} \times 5.1 \text{ m} \times 195 \text{ rpm} \times 480 \text{ HP}$ の仕様に対して、(i) 常時全揚程 5.1 m においてポンプ効率 83%、(ii) 常時低揚程 3.3m、(iii) 常時高揚程 5.6 m、(iv) 最高揚程 6.6 m の保証条項があつた。その性能曲線は第10図に示すように全揚程 3.3~5.6m の変化に対して吐出量は、 $250 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上



第7図 東京都水道局砧上浄水場納 600 mm×400 mm 両吸込型ポリュートポンプ性能曲線

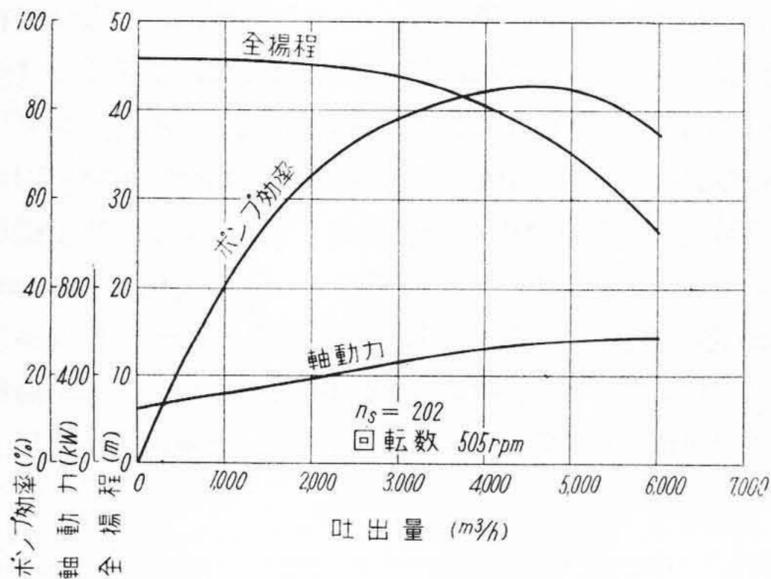
となっており, 6.6m においても 200 m³/min 以上を吐出できるだけでなく, 締切軸動力の増加は, きわめて小さい値になっている。

〔III〕 ポンプの騒音

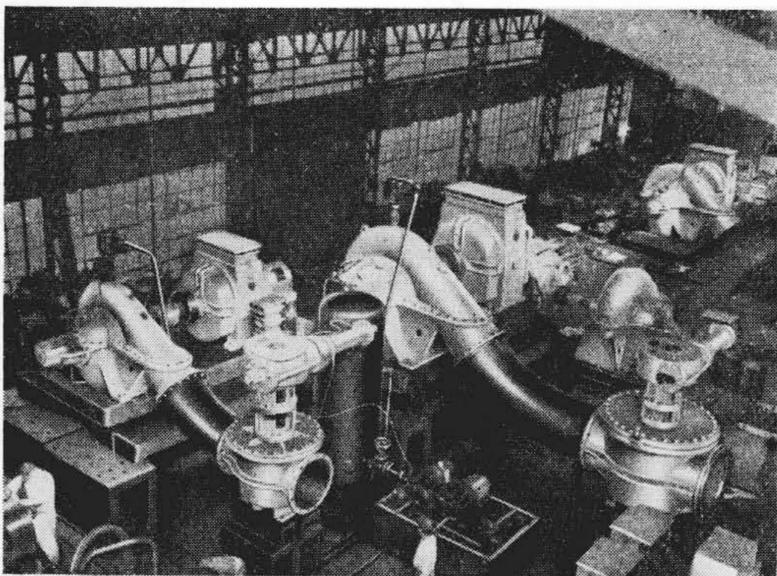
近年都市条例などにより公衆衛生の立場から, 大きな騒音が制限されるようになってきたが, 上水道における増圧ポンプ所などは, 都市の住宅地に設けられることがあるので, 特に騒音を小さくする必要がある。一般のポンプ場においても運転管理者のために小さい方が望ましい。ポンプの騒音の原因は, 大略次のものが考えられる。

- (i) キャビテーションによるもの。
- (ii) ケーシング内水圧脈動によるもの。
- (iii) 回転軸の振動によるもの。
- (iv) 軸受メタルの減耗によるもの。
- (v) 据付および原動機との直結不良によるもの。

などであるが, (i) に対しては, 吸込揚程に無理をせず, 回転数を遅くして十分の余裕をもたせる必要がある。タ



第8図 大阪市水道局庭窪浄水場納 800mm 両吸込型ポリウーポンプの性能曲線



第9図 大阪市水道局庭窪浄水場納 取送水ポンプ (工場組立)

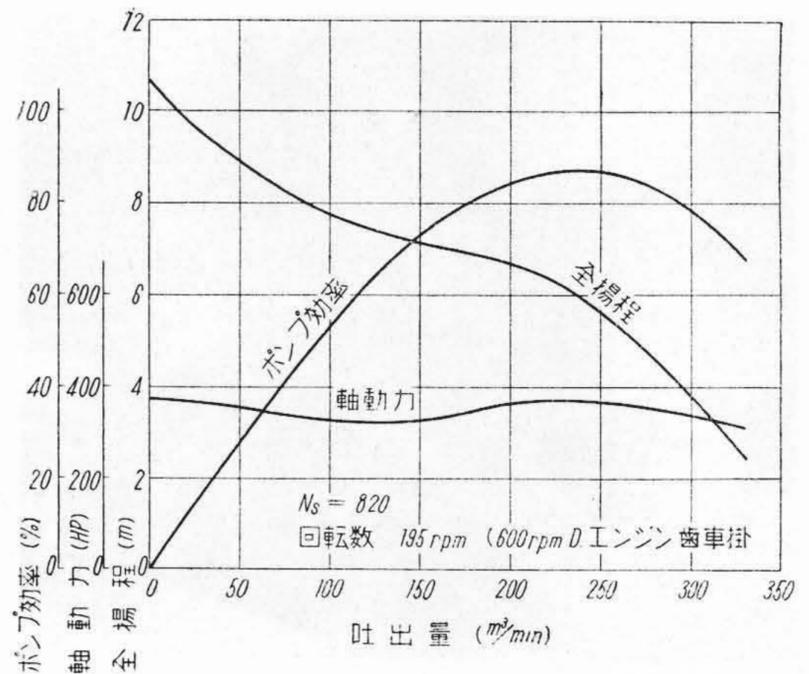
ービンポンプの小吐出量における騒音も案内羽根のキャビテーションによるものであるが, そのような点で運転しないようにするのが好ましい。(ii) は, その原因がポリウーケーシングの巻き始め舌状部を有限数の羽根が通過するごとに圧力衝撃が加わって生ずるものであるから, この位置を羽根車外周より十分離すことが効果的である⁽²⁾。(iii) は, 軸の太さを十分な寸法にすることにより避けられ, (iv) は, 設置当初に問題なく, 保守管理上の問題である。(v) は, 据付作業を入念に行えば起らないが, 特に共通床盤と基礎の完全な結合と床盤が共鳴箱とならぬよう空隙に十分モルタルを充填することが必要である。

駆動電動機の騒音の原因は, 次のものが考えられる。

- (i) 磁氣的振動によるもの⁽³⁾。
- (ii) 通風ファンおよび風路によるもの。
- (iii) 玉軸受よりの発音。
- (iv) 回転部分の不均衡によるもの。

などである。(i) に対しては, 磁気密度を高くしない, 空隙を広くする, 磁束変化を少なくする, 密閉型を用いるなどにて避けられる。(ii) は, ファンの羽根数, 風速, 風路の形状などに考慮を払い, さらに吸音材, サイレンサなどを附加するか, 水冷式としてこの根源を除く。(iii) は, プレーンベアリングを使用する。(iv) は, 十分平衡をとるなどの手段を構じてそれぞれの騒音源よりの発音を少なくすることができる。

第11図は, 東京都水道局池上給水場に納入された両吸込型ポリウーポンプ4台を運転して測定された騒音の記録である。図中○, △中に示した数字は, ホンの値である。ポンプおよび電動機は, 十分騒音対策がなさ

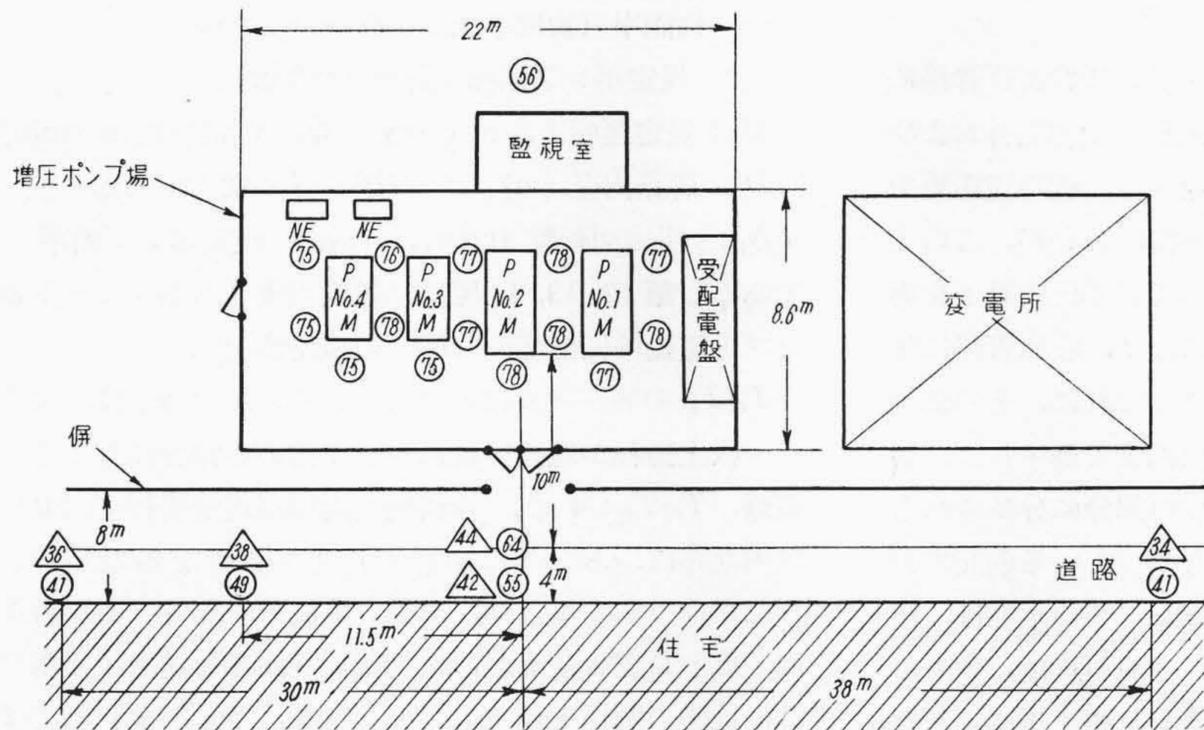


第10図 大阪市土木局住吉ポンプ場納 1,350 mm 斜流ポンプの性能曲線

れ、ポンプ室天井も吸音板紙が張られたもので、かなりの効果があがっている。第1表は、東京都水道局の各ポンプ場で稼動中の両吸込型ポリュートポンプについて運

転騒音を測定した結果である。それぞれのポンプは、仕様も運転状態も異なるが、騒音は、大略 80~90 ホンとなっている。これらの結果から本調査の対象になった程度

のポンプの運転騒音は、良く騒音に対する考慮が払われていても、80ホン前後より小さくすることは、相当困難であるといつてもよいと思われる。したがってポンプ室の回りの騒音を条例などで制限される場合は、ポンプ室内を防音構造として音をよく吸収せしめ、外へ音を出さないような考慮が必要である。



ポンプ
 400 mm 両吸込型ポリュートポンプ 2台 (No. 1, 2)
 21.6 m³/min × 30 m × 970 rpm × 150 kW
 300 mm 両吸込型ポリュートポンプ 2台 (No. 3, 4)
 10.8 m³/min × 30 m × 1,455 rpm × 75 kW

ポンプ室
 鉄筋コンクリート構造、天井吸音板紙張り

騒音計
 山越製作所製 A-30 型
 マイクロホン：ムービングコイル型

騒音測定

日時 昭和30年 8月16日
 午後 8.30~10.00

電源 3,300V, 48.5~

吐出弁 全開

運転圧力 Hs = -4 m
 Hd = 23 m
 Ht = 27 m

○内数字 窓、扉開放のホン
 △内数字 窓、扉閉鎖のホン

第11図 東京都水道局池上給水場におけるポンプの運転騒音測定結果

〔IV〕 水撃現象

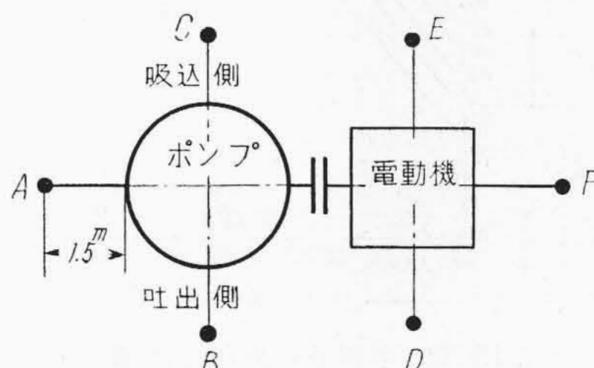
上下水道のポンプ送水設備のうちで水撃現象が問題となるものは、主として上水道用送水ポンプである。下水道用排水ポンプなどは、短管路のことが多いので、ほとんどその心配がない。水撃現象の予測計算は、すでに内外で多数発表されているとおり、広範囲

第1表 東京都水道局の両吸込型ポリュートポンプ周囲の運転騒音

機 場	ポンプメーカー	電動機メーカー	ポンプ口径 (mm)	仕 様	吐出弁	運 転 揚 程			騒 音 (ホ ン)					
						Hsm	Hdm	Htm	A	B	C	D	E	F
寺島浄水場	A社	C社	800	1,194 l/sec × 15 m × 582 rpm × 260 kW	全開	+9	23	14	78	84.5	82.5	84.5	80.5	80
千住ポンプ場	A社	D社	700	910 l/sec × 30 m × 970 rpm × 530 HP	全開	+8	40	32	80	80	81.5	84	82	81.5
亀戸ポンプ場	日立	日立	600	44.4 m ³ /min × 34 m × 970 rpm × 490 HP	3/4弱	+13	35	22	83.5	85.5	85	86.5	85.5	86.5
亀戸ポンプ場	日立	日立	600	48 m ³ /min × 34 m × 985 rpm × 500 HP	3/4弱	+8.3	45.8	37.5	80.5	81.5	82.5	82.5	83.5	81.5
砧上浄水場	日立	日立	600 × 400	36 m ³ /min × 73 m × 740 rpm × 700 kW	1/4	-3	70	73	78	81	82	81	81	81
本郷ポンプ場	B社	日立	450	25.8 m ³ /min × 45 m × 970 rpm × 300 kW	3/10	0	30	30	85	85.5	85.5	87	85	89
本郷ポンプ場	B社	日立	350	12.9 m ³ /min × 45 m × 1,450 rpm × 150 kW	4.5/10	-1	24	25	83.5	85	85.5	86	86	88

Hd: 吐出揚程 (m)

騒音測定場所 左図の A, B, C, D, E, F 点



騒音計：山越製作所製 A-30 型
 KYSポータブル
 B-40 直流式

なポンプ性能曲線(全般特性)を用いて逐次試算法⁽⁴⁾⁽⁵⁾か
 図式計算法⁽⁶⁾によつて行われているが，それぞれの計算
 結果は，実測結果ときわめてよく合致することが認めら
 れている。

(1) 水柱分離現象

ポンプ原動機の動力消失の直後にポンプおよび管路に
 生ずる圧力降下は，逆流量，逆回転数，圧力上昇および
 その制御法など水撃現象一般を規定する。近時遠距離を
 きわめて緩勾配で送水する傾向が非常に多いが，このよ
 うな場合は，停電による水撃に対してまず圧力降下を考
 慮する必要がある。圧力降下が大になり，吐出管路に生
 ずべき圧力がそのレベルより小さくなれば，その部分
 は負圧となる。真空度が水の蒸気圧にまで達すれば，管
 路の水柱は，その位置附近から二つの部分に分断され
 ることになり，水流を連続流として取扱つている前記の計
 算法は，成立たなくなる。分断された二つの水柱は，後
 に衝突して合体するが，その運動エネルギーは，多くの
 場合非常に大きいので，確実に管路を破壊する原因とな
 る。圧力降下の大きさは，管路の水柱の有する運動エネ
 ルギーとポンプおよび原動機の回転部分の運動エネルギ
 ーとの大きさの比によつてきまる。それぞれの時間定数
 を T_r ， T_p 秒 とすると，管路に対しては， $T_r = LV_0 /$
 gH_0 ，ポンプ部に対しては， $T_p = I\omega_0 / M_0$ となり，これ
 より， $T_r / T_p = 1.29 \times 10^2 LQ_0^2 / D^2 \cdot GD^2 \cdot N_0^2 \cdot \eta_{p0}$ となる。

ここに，

L : 管路長さ (m)， V_0 : 規定管路内流速 (m/sec)

g : 重力の加速度 (m/sec²)， H_0 : 規定揚程 (m)

I : 水を内蔵したポンプおよび原動機の回転部分の慣
 性性能率 (物理学上の) (kg-m-sec²)

ω_0 : 規定ポンプ回転角速度 (rad/sec)

M_0 : 規定運転トルク (m-kg)， Q_0 : 規定水量 (m³/min)

D : 管路内径 (m)， GD^2 : $I \times 4g$ (m²-kg)

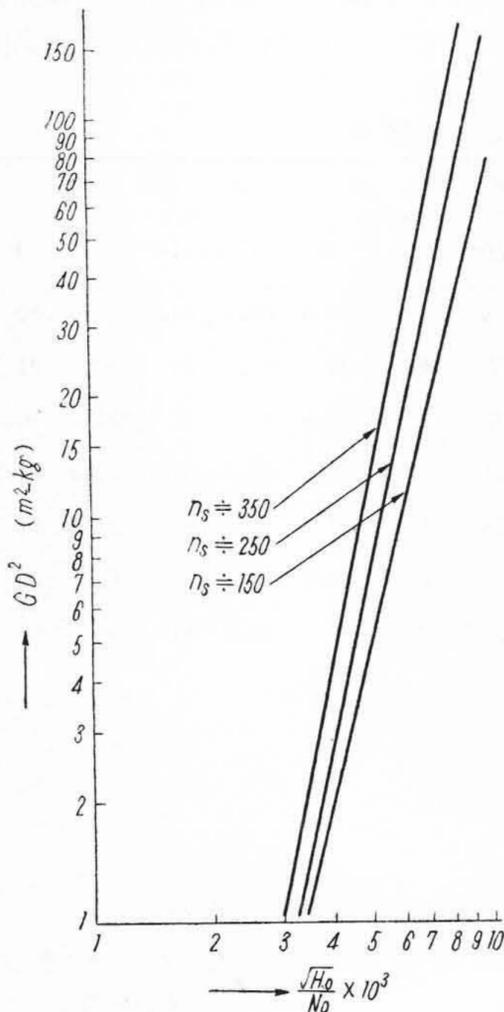
N_0 : 規定回転数 (rpm)， η_{p0} : 規定ポンプ効率

である。第12, 13, 14図は，単段両吸込型ポリュートポ
 ンプと電動機回転部の GD^2 の概略値を示す。

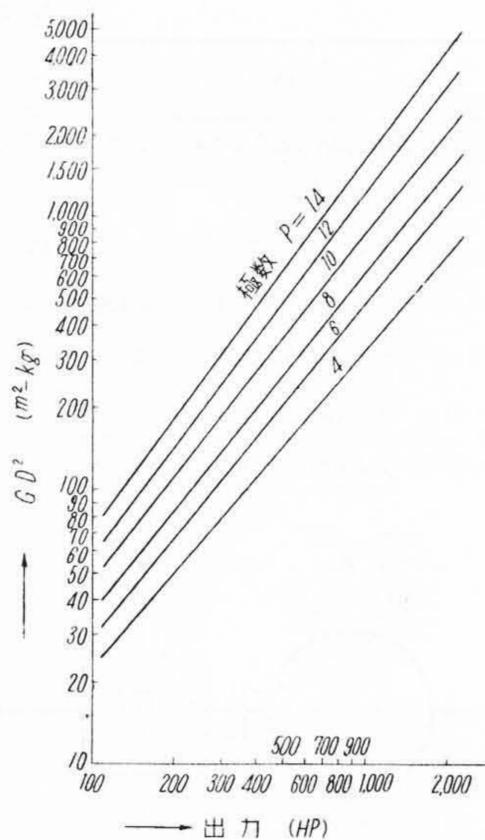
T_r / T_p の値が大きければ大きい程，圧力降下は，大き
 く，吸上揚程が規程揚程に対して占める割合にもよるが
 概略， $T_r / T_p < 4$ で，管路損失揚程が規定揚程の20%
 以内ならば，ポンプにおける圧力が負にならない⁽⁷⁾。
 したがつてこのことは，水柱分離現象が起りうるか否か
 の一応の目安となるが，緩勾配で長距離を送水する場合
 は，地勢の関係で途中に凸部を生ずることがきわめて多
 く，管路レベルの高い部分ができるから，詳細な検討計
 算が必要である。もし水柱分離現象が発生するならば，
 なによりもさきにその対策が立てられねばならない。対
 策法としては，次のようなことが考えられる。

(i) 管路のレベルを下げる。

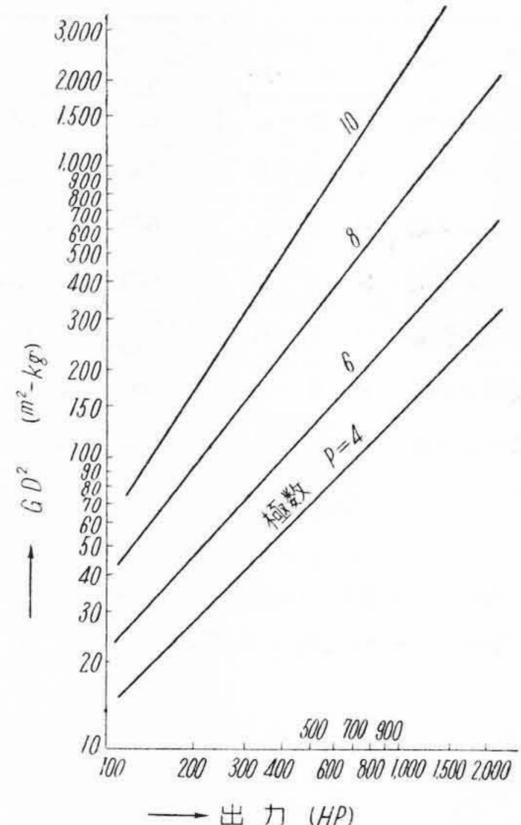
たとえば，第16図のように動力消失後の圧力降下によ
 り管路に沿つての最低圧力勾配線が管路レベルよりさ
 がり，その部分の負圧が水の蒸気圧に達する場合，管路



第12図 両吸込型ポリュートポ
 ンプ回転部分の GD^2



第13図 半開放式巻線型誘導電
 動機回転部分の GD^2



第14図 密閉式二重籠型誘導電
 動機回転部分の GD^2

レベルを下げて、負圧を軽減するのである。

(ii) ポンプおよび原動機の回転部分の GD^2 を増す。

ポンプと原動機の間にはフライホイールを置くなどの方法で、 T_r/T_p の値を下げ、圧力降下を緩和する。この場合 GD^2 の増加は、起動条件を悪くするから、電動機と附属装置の選定には、注意を要する。

(iii) 管路の高真空発生部に自動吸排気弁を設ける。

管路内に空気を導入し、真空破壊を行い、空気をダンパーとする。この場合、この部分が水流で移動することがあるから、その検討が必要であり、次にポンプを起動する際、残留空気を強く圧縮して圧力上昇を起さぬよう吐出弁を緩開せねばならぬ。

(iv) 管路の高真空発生部に調圧水槽を設ける。

調圧水槽は、地勢上不可能ならば、ほかの適当なところに置くが、水撃現象をポンプから調圧水槽間の問題に変え、 L を短くし、最低圧力勾配線の傾斜を立てて管路内に生ずる負圧を軽減する。水槽の高さと容量は、吐出槽までの損失揚程と動力消失後のポンプへの逆流量と吐出槽への慣性流量の時間的変化および圧力変動を効果的に減衰させることを考慮して決定する。

(V) ポンプ近くの管路と蓄圧槽を連結する。

第15図は、その概略図である。動力消失が起ると、ポンプ附近の圧力と流量は、急激に激減し、チェック弁が閉鎖するに至るが、槽内の圧縮空気が膨脹して管路へ水を押し出すので、急激な流量変化が起らず、水柱分離現象を生じない。管路の水が逆流に転ずると、差動オリフィスを通つて槽内へ流入し、空気を圧縮するが、流出しやすく、流入しにくい形状としておけば、空気クッションの効果とともに、圧力上昇も適値に制しうる。蓄圧槽の空気は、水に溶解して減量するから、その監視と補給が必要である。

(2) 上水道ポンプ設備における実例

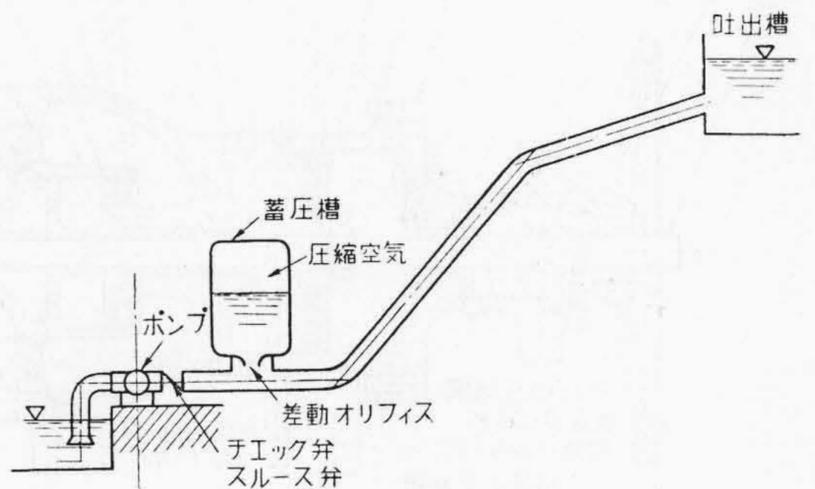
(i) 長崎市水道局(矢上水源地)納送水ポンプ

本ポンプは、200 mm 片吸込型多段タービンポンプ4台で内1台は、予備である。各ポンプの仕様は、 $4 \text{ m}^3/\text{min} \times 148 \text{ m} \times 1,755 \text{ rpm} \times 150 \text{ kW}$ で、送水管は、各ポンプを合流して、450 mm 鋼管約 5,600 m である。第16図はその管路プロフィールを示す。図中破線および鎖線にて示したも

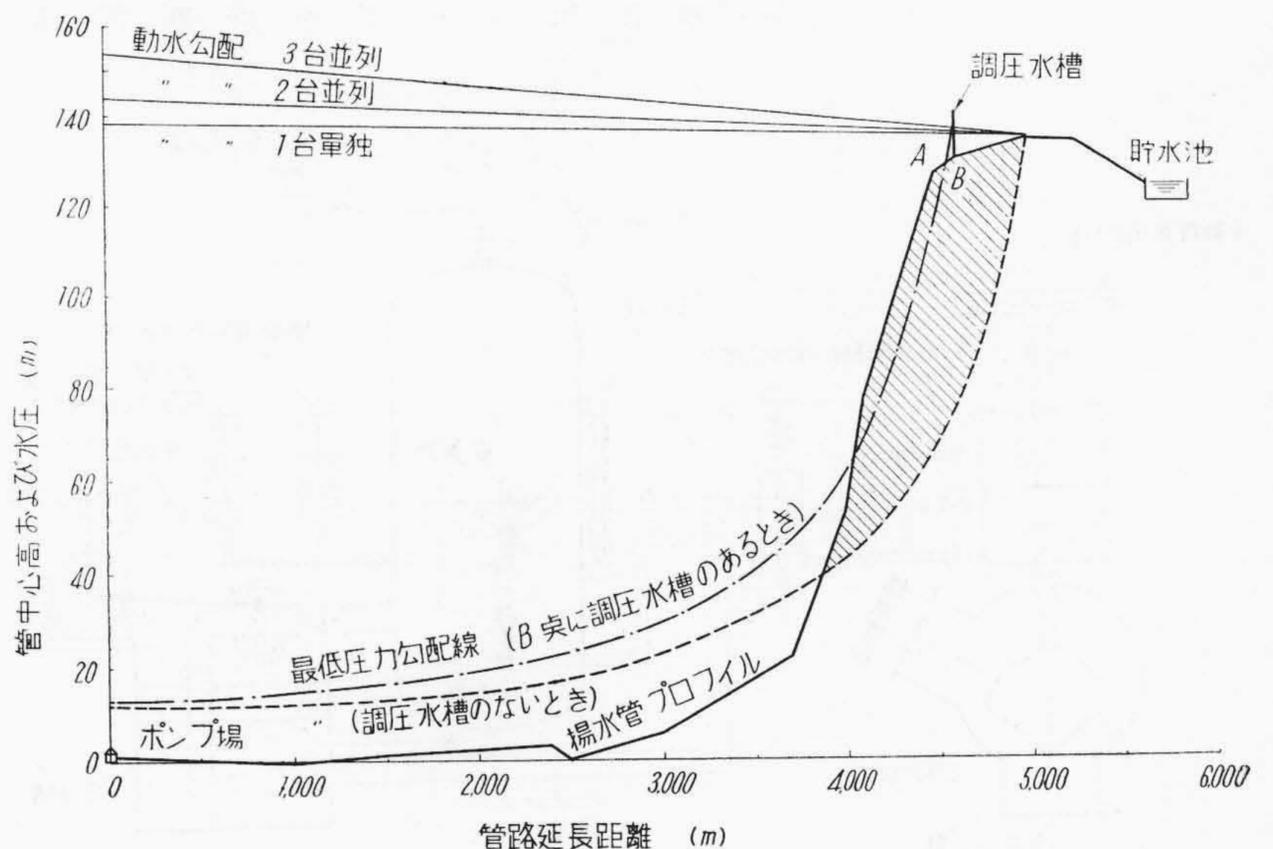
のは予測計算による最低圧力勾配線で、鎖線は、B点に調圧水槽がある時のものであり、破線は、ない時のものである。調圧水槽を置かぬ場合は、斜線部の管路に水柱分離現象を生ずると予想されたので、本設備では、B点に内径450 mm、高さ10 mの調整水槽を設けてある。水撃現象防止装置としては、ポンプの反電動機側の軸端にフリーホイール応用の逆転防止装置を設けて、逆回転に対する制御を不要なものとして、現象の簡単化をはかり、第17、18図のような吐出弁(ニードル弁)と圧油装置を使用して、停電の際自動的に適当な速度で閉鎖するようになっている。第2表は、水撃現象の現地試験結果で、予期とおりのものを得ることができた。

(ii) 山口県光市水道課(島田揚水場)納送水ポンプ

本設備は、450 mm \times 400 mm 両吸込型ポリュートポンプ2台で、各台の仕様は、 $21 \text{ m}^3/\text{min} \times 70 \text{ m} \times 1,175 \text{ rpm} \times 500 \text{ HP}$ である。送水管は、450 mm 水道規格鋳鉄管で、延長3,130 mに及ぶ。第19図は、その管路プロフ



第15図 ポンプ揚水設備における蓄圧槽



第16図 長崎市水道局矢上水源地、送水ポンプ設備の管路プロフィール

イルである。水撃現象防止装置としては、第20図のような構造の緩閉バイパス付チェック弁を使用した。現地試験の結果は、単独運転のものであるが、第21図のようにポンプ附近の管路内の最大圧力7 kg/cm²、最大逆回転数387 rpm、チェック弁の主弁閉鎖所要時間8.5秒、バイパス弁は、46秒となつている。圧力上昇は、全揚程70mと比較すれば皆無である。

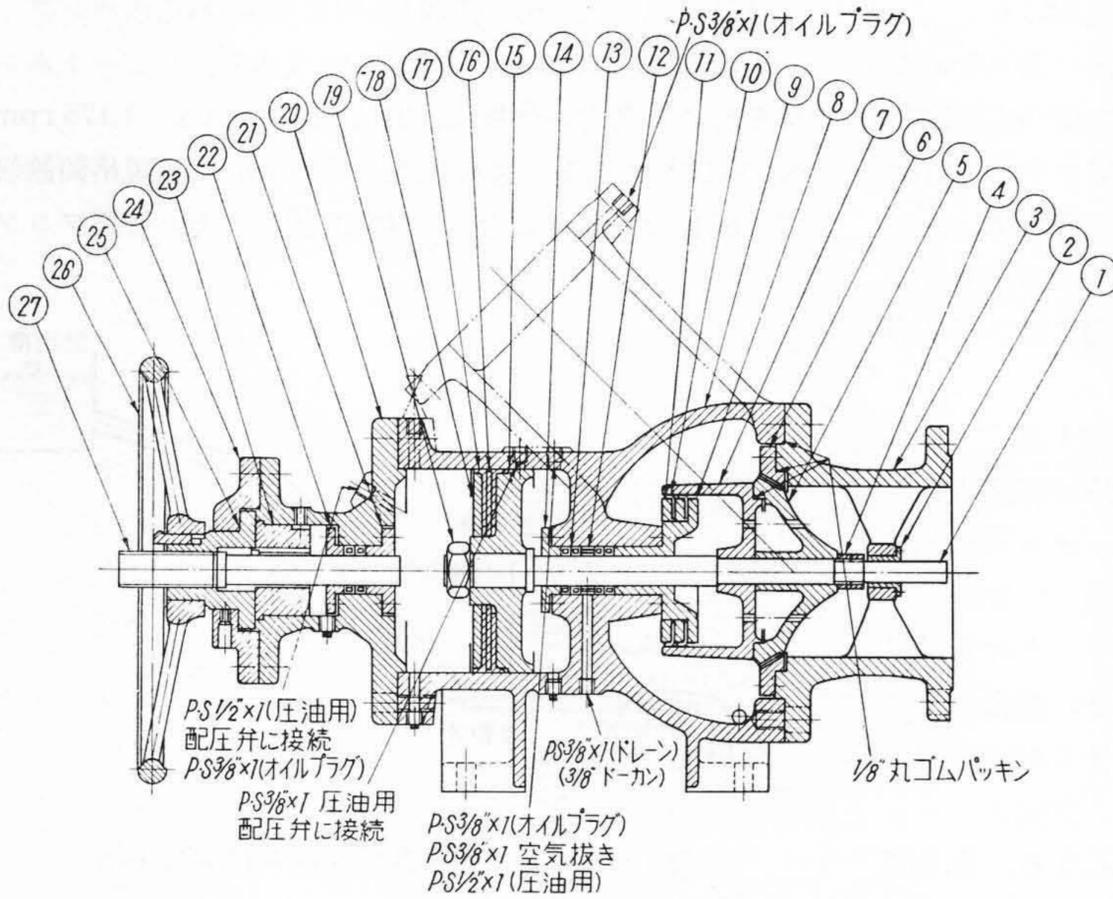
〔V〕 一人制御自動運転

ポンプの運転操作を常に誤りなく、安全確実に、小人数で管理するために、一人制御方式、自動運転方

式、遠方操作方式、あるいはそれらの組合わせが各所に採用されるようになったが、水道用ポンプの例としては、大阪市水道局異配水場、庭窪浄水場、新潟市水道局大島浄水場、東京都水道局砧上浄水場などがある。それらの内容は、本誌別文に詳述されているので省略する。

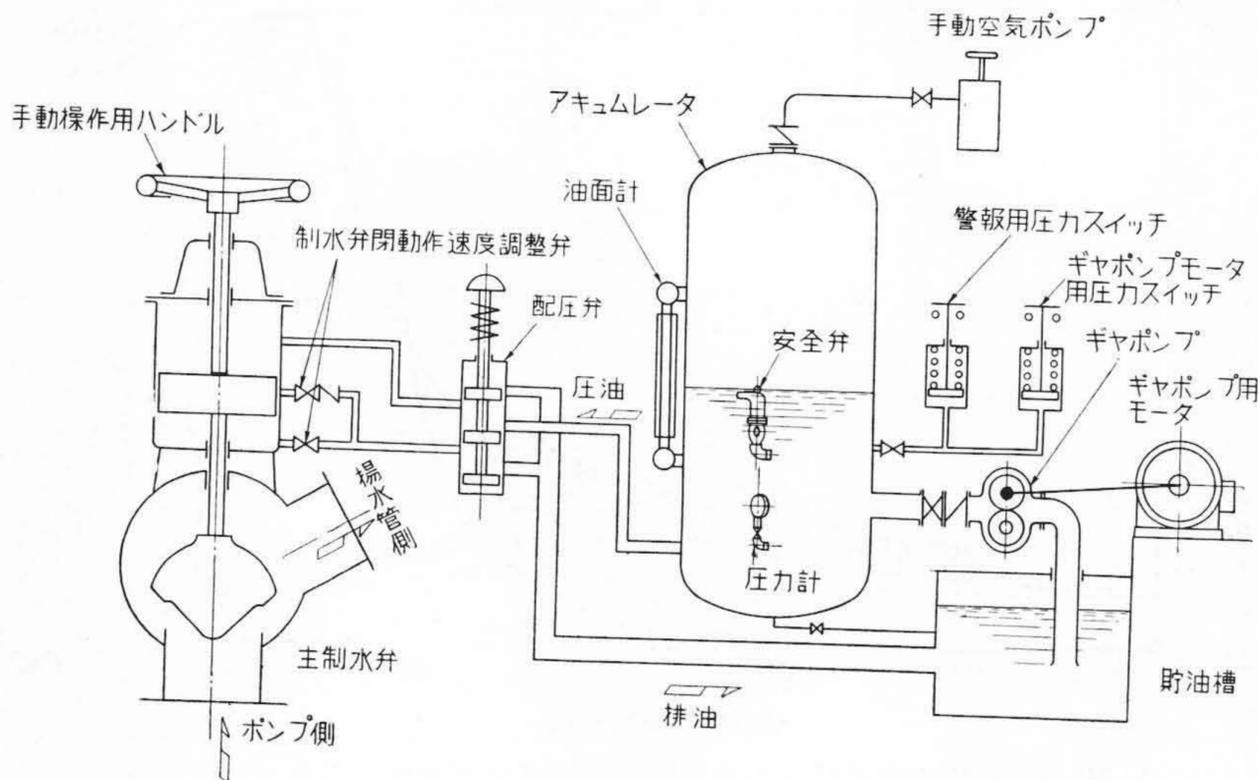
〔VI〕 結 言

最近製作された主要な上下水道用ポンプの実績と傾向について述べたが、各機種のパンプの吸込性能を向上せしめ、騒音を低下させることについては、ポンプ効率の向上とも関連せしめて、現在種々実験中である。水撃現



- | | |
|------------|------------|
| ① スピンドル | ⑮ ピストン |
| ② スピンドルガイド | ⑯ 押え板 |
| ③ ボデー | ⑰ 皮パッキン |
| ④ マルナット | ⑱ パッキン押え |
| ⑤ ニードルバルブ | ⑲ ロックナット |
| ⑥ バルブシート | ⑳ シリンダカバー |
| ⑦ バランスシリンダ | ㉑ パッキングランド |
| ⑧ パッキンササエ | ㉒ パッキングランド |
| ⑨ バルブボデー | ㉓ ストップガイド |
| ⑩ 皮パッキン | ㉔ キャップ |
| ⑪ パッキン押え | ㉕ ハンドホイール用 |
| ⑫ シールリング | カラ |
| ⑬ 皮パッキン | ㉖ ハンドホイール |
| ⑭ パッキングランド | ㉗ ストップ |

第17図 油圧ニードル弁断面図



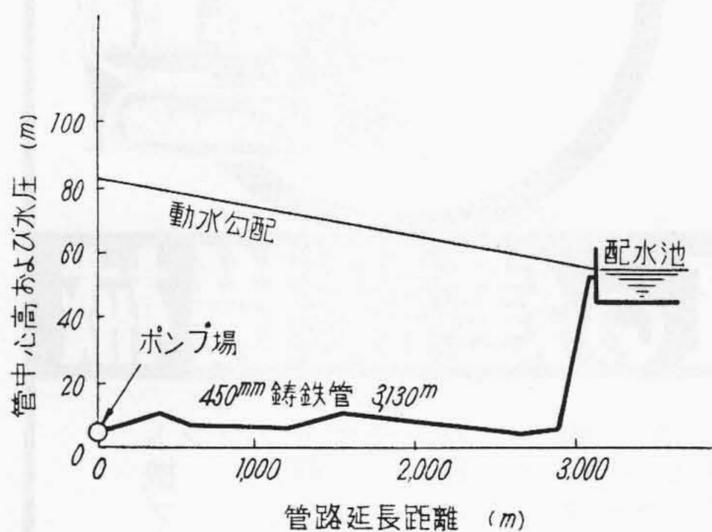
第18図 油圧ニードル弁用圧油装置説明図

最近の上下水道用ポンプ

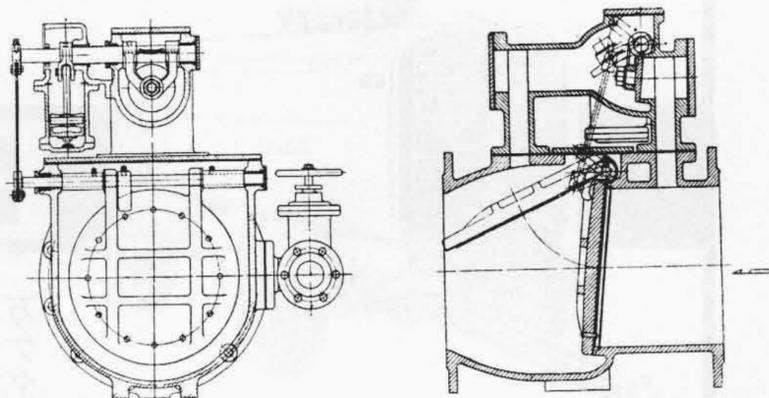
第2表 長崎市水道局矢上水源地送水ポンプ設備における水撃現象試験結果

試験内容			単 独 試 験				2 台 並 列 試 験				3 台 並 列 試 験								
試験番号			1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1			3-2					
供試ポンプ							1号	2号	3号	4号	1号	2号	3号	4号	1号	2号	3号	4号	
要目			1号	2号	3号	4号	2号	3号	4号	1号	1号	2号	3号	2号	3号	4号			
遮断試験前	電 圧	V	volt	3460	3200	3440	3400	3200	3300	3280	3200	2950	2950	2950	3000	3000	3000		
	電 流	A	amp	28.9	29.5	28.3	28.4	28.0	27.3	27.0	28.0	28.8	29.2	28.3	28.7	28.4	28.7		
	入 力	P	kW	125	123	126	125						375			375			
	回 転 数	N	rpm	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765	1765
	ポンプ吐出圧力	P ₂	m																
	ポンプ吸込揚程	P ₁	m	-2.5	-2.8	-2.8	-2.4	-2.4	-2.4	-2.6	-2.4	-2.4	-2.4	-2.6	-2.5	-2.6	-2.5	-2.4	
	鉄管圧力	P ₃	m	141	141	141	141	147	147	148	148		153			153			
調整弁開度(1)	S	rev	1/4	4	1/2	4	1/4	4	1/2	1/4	1/4	4	1/2	4	1/2	4			
遮断後の圧力経変化時間	鉄管最小圧力	P _{3 min}	m	50	50	50	50	20	20	20	20		12			12			
	鉄管最大圧力	P _{3 max}	m	175	175	175	175	145	145	145	145		130			130			
	鉄管最大圧力	P _{3 max}	%	122	122	122	122	101	101	101	101		90.6			90.6			
	P _{3 min} までの時間	T ₁	sec	6	7	6	7	8	8	8	8		7			8			
	P _{3 max} までの時間	T ₂	sec	16	17	16	17	18	18	17	14		19			20			
	ニードル弁全閉迄の時間	T ₃	sec	1'18"	1'35"	1'30"	1'30"	1'35"	1'28"	1'35"	1'15"	1'25"	1'35"	1'08"	1'28"	1'20"	1'42"		
	油 圧	P ₄	kg/cm ²	5	4.8	5.2	5.8	5.5	6.0	5.7	5.3		6			5.6			
備 考							他の組合せによる試験結果もほぼ同様結果である。				他の組合せによる試験結果もほぼ同様結果である。								

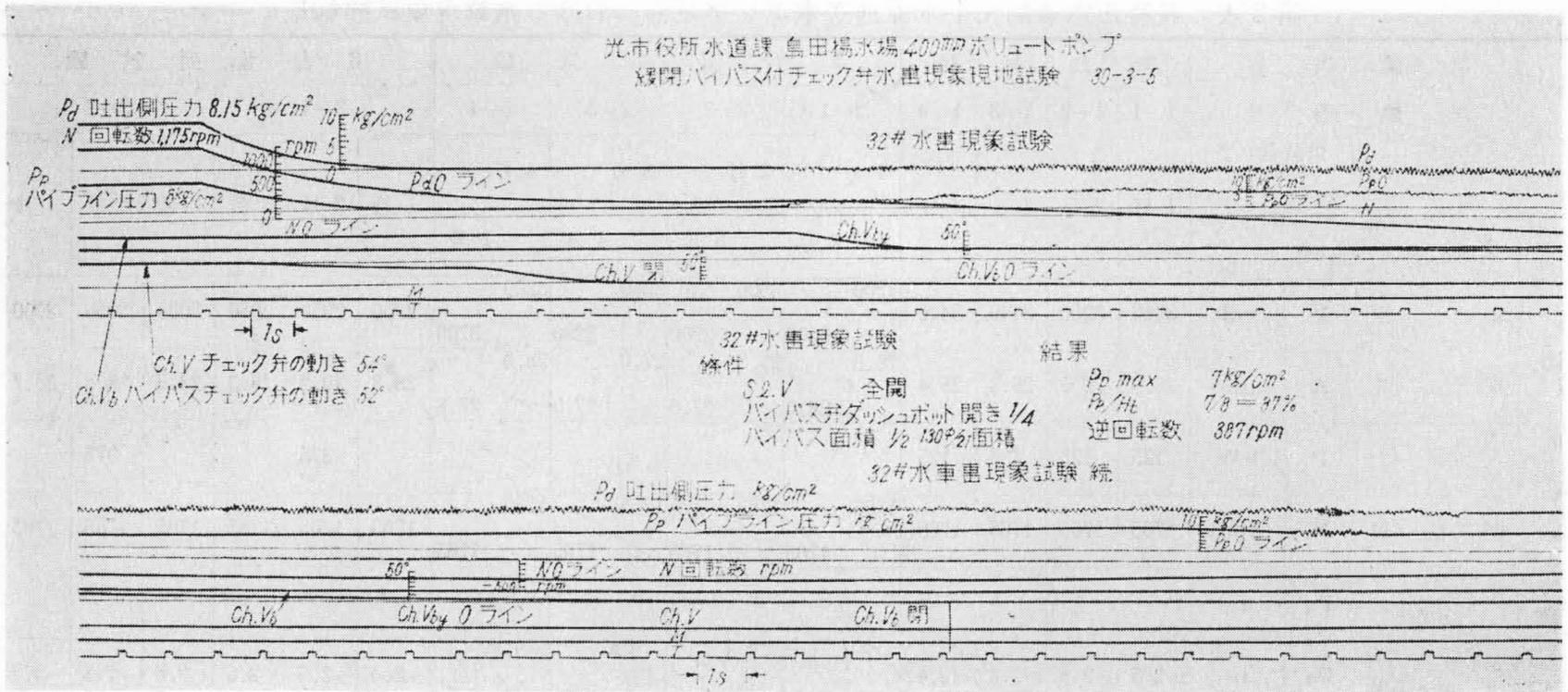
- 注： (1) 調整弁開度は全閉より開方向の回転数を示す
 (2) 上記調整結果はいずれも調整弁の最終調整値を示す
 (3) ポンプ逆回転はいずれもなし 電源遮断後ポンプ停止までの時間は 3~4 秒 である
 (4) $P_{3 \max} \% = \frac{P_{3 \max}}{P_0} \times 100\%$ ただし P₀ : 実揚程



第19図 山口県光市水道課島田揚水場における管路プロフィール



第20図 緩閉バイパス付チェック弁断面図



第21図 山口県光市水道課島田揚水場における水撃現象試験オシログラム

象防止の実績は、本文に述べたほかに各方面で多数の例があり、いずれも良い結果を得ており、いかなる場合もそれに適した方法で、圧力上昇を制限しうる。上下水道用ポンプの仕様は、社会的、地理的統計を基礎として決定されるが、ポンプの運転効率の上昇は、仕様と実際がよく一致し、機種を選定が適当でなければ期待できない。以上これらの諸点に関する概要の説明が関係各位の御参考になれば幸甚である。

参考文献

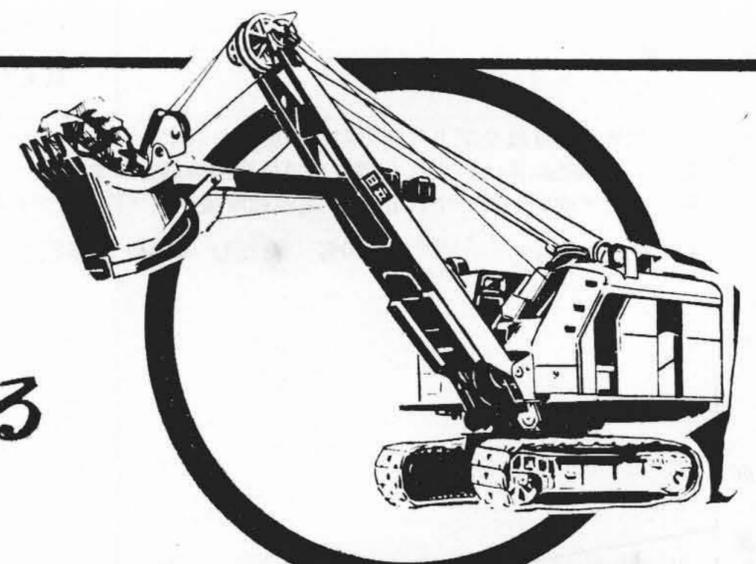
(1) R. T. Knapp: A. S. M. E., Trans., 63, 251

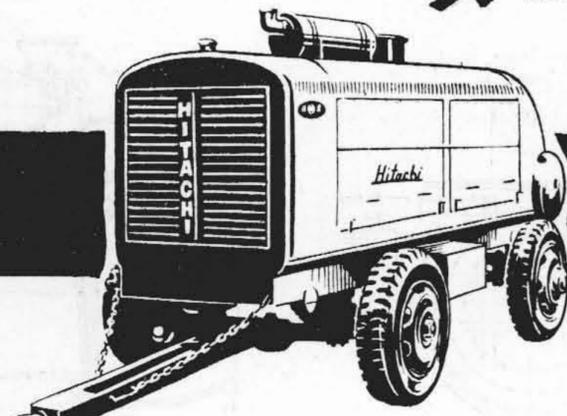
(1941)

- (2) J. M. Parmakian: A. S. M. E., Trans., 76, 775 (1954)
- (3) 高田実: 騒音防止 181 (昭-12)
- (4) R. M. Peabody: A. S. M. E., Trans., 61, 117 (1939)
- (5) 小堀威: 日立評論 35, 33 (昭-28)
- (6) J. M. Parmakian: A. S. M. E., Trans., 75, 995 (1953)
- (7) R. T. Richards: A. S. M. E. Trans., Aug. 1, 304 (1956)



国土建設に 貢献する





日立の建設機械

万能掘削機
ケーブルクレーン
タワーエキスカベータ

バッチャープラント
圧縮機の
ポンプその他

日立製作所