最近の低揚程ポンプの動向

The Recent Trends of Low Lift Pumps

矢 島 光 吉*
Kōkichi Yajima

年前に作られている。もっともこれはメーカーの側から言えば需要

がないから作らないだけのことである。印旛干拓のポンプは可動翼

であったが、このような大形の場合を除き可動翼はほとんど使われ

ない。最近の話題としてはエジプト政府に納入された口径 2,300mm

の斜すえ付形軸流ポンプがある。これは第1図に示すように軸流ポ

ンプの形態の特徴を生かして立形と横形の利点を兼ね備えていると

いう点で興味のあるものである。特殊用途としてはこの数年間に化

学工場のプロセスポンプとして進出している。この場合は軸受を2

個ともポンプケーシングの外に出し,水中軸受を省いた形が使われ

る(第2図)。また軸流ポンプは軸流ファンに似た形であるから,モー

タを水中に置くいわゆるチューブラポンプの形も考えられている。

これは潮の干満を利用する揚水発電所のポンプタービン兼用機とし

てまず実用されているが、 将来は純ポンプとしての用途も考えられ

るであろう。多段軸流ポンプというものは従来あまり経済的でない

とされていたが、米国などでは活用の道が開けてきたようにも見受

3. 斜流ポンプ

次の種類は斜流ポンプである。斜流ポンプも歴史は長いが最近の

内 容 梗 概

軸流・斜流・ボリュウトなどいわゆる低揚程ポンプについて,ここ数年間の技術的進歩および記録的製品について述べ最近の動向を顧みる。また問題点としてモデルポンプと吸込水槽の2件について簡単な説明を加える。

1. 緒 言

全揚程 100m くらいまでの単段ポンプをわれわれは低揚程ポンプ と呼んでいる。ポンプは回転機械であるから、その進歩の方向は高 速化、小形化にあり同形式のポンプでもしだいに高揚程に応じられ るようになるので,この定義も時とともに変るであろう。この進歩 の方向は水力学の面から見ればキャビテーション性能の向上という ことができる。キャビテーションが羽根から起るために従来は羽根 形状の研究が多く行われていたが、ポンプとしては吸込側、吐出側 のケーシングの形状もたいせつであり、この方面の改良が大分進ん だように見受けられる。次に用途のほうから見るとポンプ全体の需 要はますます増加の方向にある。数年前に毎月 12~13 億円であっ た日本全国ポンプ需要は現在 18 億円前後に上昇しており低揚程ポ ンプもほとんど同率で増加している。内容的にも特殊液を扱うため の新しい構造や特殊立地条件のための新しい構造も次々と開発さ れ, 最近著しく発達した自動制御方式と相まってその前途は誠に洋 々たるものがあるように思われる。以下各機種ごとおよび共通の問 題について述べることとする。

2. 軸流ポンプ

最も低い揚程に適するものは軸流ポンプである。このポンプは Ns が高いことによる吸込揚程の制限と水中軸受の寿命の点から,従来は農業用あるいは都市下水用の排水ポンプとして使用されるのが大部分であった。しかし最近は材質・構造の改良により水中軸受の信頼度も増してきたので,その小形・高速性が買われて需要の範囲もひろがってきた。数年前までは水力学的研究も十分でなくあまり高い効率は期待できなかったが,運転時間が延びるに従って高

ように多く使用されるようになったのは近々 10 年ほどのことであ

けられる。

第1図 斜 形 軸 流 ポ ン プ の 一 例

効率が要求されるようになったので、その方面の研究も大分進んできた。この研究には単独翼のまたは実際のポンプの形に組んでの実験が威力を発揮している。それにしても高 Ns という特殊性は目下いかんともなしがたく、Ns が 1,600 くらいでトーマのキャビテーション系数が 1.5 という値はあまり改良されていないようである。この点は低 Ns のポンプで係数がこの数年間に大幅に下ったのと比較してなお研究の必要があると思う。

国内では数年前に製作された印旛沼干拓の 2,800 mm という口径 の記録はその後破られていないが、外国では 3 m を越すものも 15

, 4 9

第2図 プロセス用軸流ポンプの一例

^{*} 日立製作所亀有工場

る。現在もっとも多い用途は火力発電所の循環水ポンプとしてであ ろう。全揚程 10 m 前後 (例外的に 20 m くらいのものもあるが) で 立軸・屋外形という要求が斜流ポンプに最も都合がよいという理由 のほかに、前述の軸流ポンプと同じく水中軸受の進歩がこの用途拡 大に大いに力があった。ゴム製水中軸受は適用さえ誤らなければ1 箇年くらいの連続運転では問題になるほどの摩耗は起さない。カー ボンや樹脂系の軸受もあるが、まだゴムほどの実績は出ていないよ うである。循環水ポンプのほとんどが海水を取扱うので腐食の点も 問題である。ことに最近のように化学工場が各種の廃液を出すよう になるとその傾向はますますひどくなる。腐食機構は各所で研究さ れているが,海水による腐食は複雑で,すべての場合に完全な材料と いえば現在は18-8ステンレス鋼のほかにはない。この材料は相当に 高価であるが最近では大形ポンプのケーシング、羽根車にも使用さ れている。とにかく斜流ポンプは性能がすぐれておりまた形態が使 用上便利なので、今後ますます大水量・高揚程のほうに進出するも のと思われる。現に川崎製鉄株式会社千葉製鉄所に日立製作所から 納入された500mmの立形斜流ポンプは単段であるが400kW, 1,500 rpm というモータと直結されて 58 m という高い 揚程を出してお り、また多段にすることも容易なのでさらに高揚程のものも作られ るであろう。もっともこのような場合は第3図のようにほとんど輻 流に近い低 Ns の羽根車を使うことになり、したがって羽根車から 出た水を軸方向に集水せずスパイラル形のケーシングに集めるほう が有利なこともある。なおこの集水方法はケーシングの形態が大き くなるという不利を無視すれば第4図のようにもっと高 Ns の場合 にも適用できる。このへんになると斜流ポンプというのが妥当か否 か問題であるが、羽根の出口の流線が回転軸に直角および平行以外 のすべてのポンプを斜流ポンプと呼ぶことにした。斜流ポンプの用 途をひろげるため可動翼斜流ポンプも検討されてきたがまだ実用に は至らない。

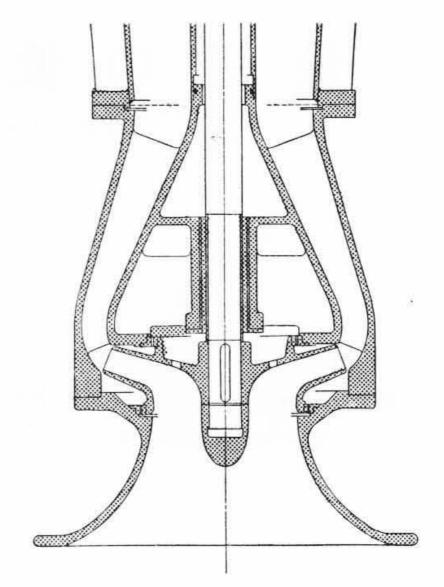
4. ボリュウトポンプ

ボリュウトポンプは最も古い形の遠心ポンプである。その構造上の安定性と高い効率のため各方面で長い間賞用されてきた。通産省の統計によっても全国ポンプ需要の約40%を常に占めている。軸流や斜流のポンプではあまり小口径のものは実用されないが、これは40 mm の小口径から2,000 mm 近くの大形までが使われている。

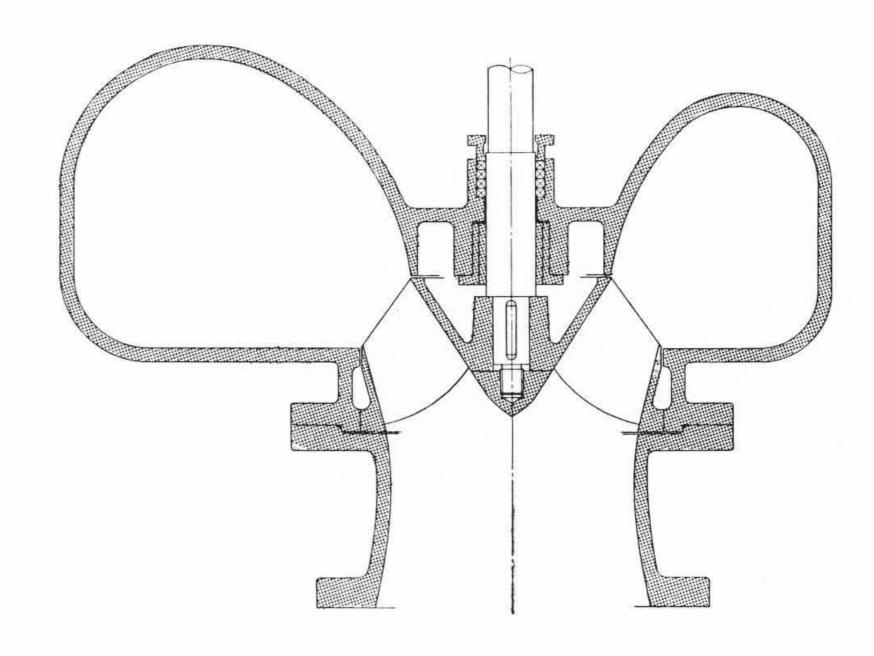
小形ボリュウトポンプについては 1958 年に JIS B 8313 が制定され有名メーカーは皆その基準に従って製作している。このように日本全体の標準規格が制定されることは、わが国のポンプ工業発達の上に誠に有益なことで、その後も次々と JIS 制定の作業が進められていることは喜ばしいことである。

上水道の送水ポンプは都市のマンモス化に従いしだいに大容量となり最近では50~100 m の揚程が必要となったが、それらにはほとんどボリュウトポンプが使われている。また一般工業特に製鉄や石油工業では企業の規模が大きくなったので大容量の冷却水ポンプが要求されるようになった。水道でも工業用でも1,000 kW 以上のものが各所で計画されている。大容量になるに従ってキャビテーション性能向上の努力も行われ性能が向上したので、数年前一般に認められていたキャビテーション系数は現在では大分修正されている。

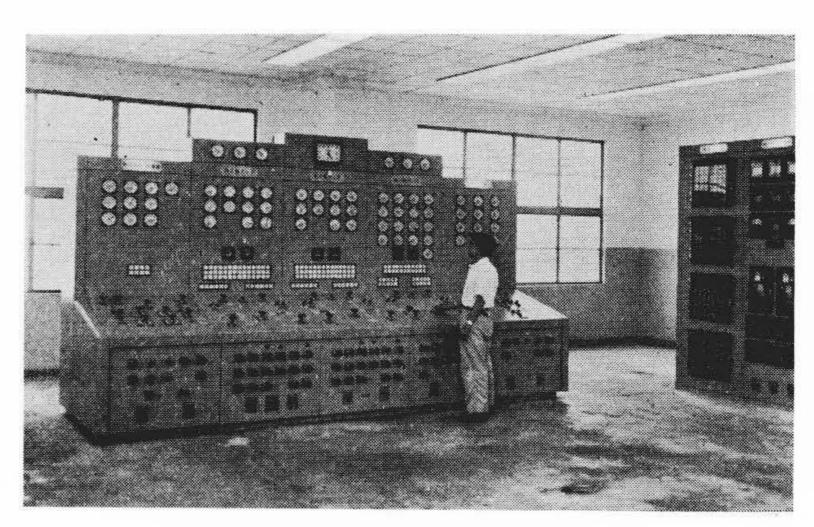
また大容量になるとポンプ取扱の便のほかに人件費,電力費などの経常費の低減もたいせつなことになってきたので,ほとんどの場合に自動運転として計画されている。ひとり操作方式の簡単なものからフィードバックを行う高級な自動制御まで,ポンプメーカーと電気メーカーの緊密な協力の下に製作されている。この自動関係の機器がまた日進月歩でますます高級なものに進みつつあるが,計画にあたっては用途に対し妥当な制御であるか否かを絶えず反省しな



第3図 低 Ns 斜 流 ポ ン プ



第4図 スパイラルケーシングを持つ斜流ポンプ



第5図 ポンプ運転制御盤の一例

がらすすめる必要があると思う。**第5**図は新式の自動制御盤の一例である。

5. モデル試験

以上のほか一般的問題としてモデル試験と実物試験の問題がある。大口径の低揚程ポンプはいろいろな制限から製作工場におけるせきによる性能試験ができないことが多い。また全く新しい形のポンプを製作するには、設計に先だって各種のデータが必要となる。その一つの解決策がモデルポンプによる試験であるが、モデルと実物の性能の関係について現在は定説がない。日本機械学会でもこの問題をとりあげ水力関係部門委員会の中に「ポンプの模型試験結果

から実物の性能推定に関する研究分科会」というものを設け昭和33年4月から2年間検討を続けたが、その解明には膨大な費用と長い時間を要するので、ついに結論を得ぬまま現在では分科会が解散されている。モデルポンプによる試験を認めないとすれば実物ポンプの現地試験ということになるがこれにもまた困難が多い。世間に大流量の測定法というものは何種類もあるが、大口径の低揚程ポンプをすえ付けるような場所では、そのいずれも正確に適用できない立地条件が多い。今後大容量の低揚程ポンプを計画し設計する場合に最も問題となるのはこの点であろうと思われる。

6. 吸込水槽の形状

一般的問題として注意すべきことの一つとして吸込水槽の問題がある。これについても発表された論文の数は多くまた日本でも農林・建設・水道関係や各メーカーで推奨値を発表しているが、大形ポンプ場はすべて立地条件が異なるので一箇所の経験あるいは実験室における研究をそのままほかに適用できないところに問題があ

る。吸込水槽は土木・建築上の制限もうけるのでその関係者と十分 協議して方針をきめないと実施上困ることがある。別の言い方をす ればこの問題は土木・建築とポンプという機械の接続点であるた め、お互に理解が足りなくなることが現在まで明快な結論が出てい ない原因とも言える。これも今後大いに検討を要する問題であると 考える。

7. 結 言

各種低揚程ポンプについてその現状と問題点について述べたが, このほかにもウォータハンマやサージングなど配管系の問題,性能 曲線の形状に関する問題あるいはフランジ規格やパッキンなど機械 設計上の諸問題があるが紙数の関係でふれることができなかった。 またポンプと直接関係のある原動機や弁類にも問題は山積しており,われわれは常にこれらの解決に努力してより使いやすい,より 経済的なポンプの製作を期しているわけである。

my company and my

特 許 の 紹 介



特 許 第 278008 号

田中栄吉・小林秀夫

小形軸流および斜流ポンプ

構 造

吸込み本体1に真下吸込みの場合において左右対称となる位置に ハンドホール1a, 1bを設け、横吸込み用脚6と真下吸込み用脚 7との二種類の脚を製作しておく。

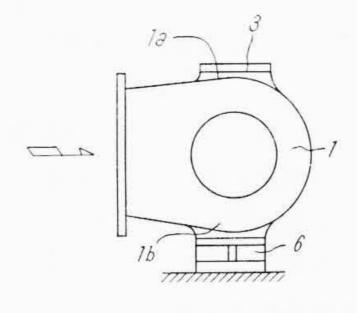
横吸込み用脚6はふた3に相当するふた3′と一体に形成されており, 真下吸込み用脚7にはふた3をはめこむ穴6 a が設けられている。

左横吸込みの場合には、上方となるハンドホール1 a は普通のふた 3 によりふさぎ、下方となるハンドホール1 b には脚6 を取り付ける。この状態から右横吸込みとするにはふた3、脚6 を取りはずし、吸込み本体1 を 180 度回転し、ハンドホール1 a に脚6 を取り付け、ハンドホール1 b にふた3 を取付ければよい。

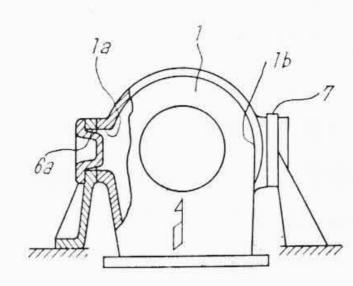
また、真下吸込みの状態にするには、ふた3および脚6を取りはずし、吸込み側が真下になるよう吸込み本体1を回し、両ハンドホール1a、1bに脚7を取り付け、横吸込みの場合と共通のふた3を取り付ける。

効 果

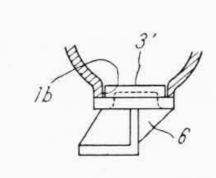
共通の吸込み本体に脚とふたとの取り付け取はずしを行なうことにより,簡単に左,右横吸込みまたは真下吸込みのいずれにも吸込み方向を変えることができるので,別々の吸込み本体を製作しておくような不経済なことをしなくてすむ。 (富田)



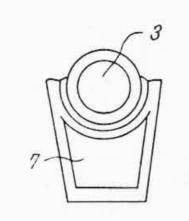
左横吸込みの場合



真下吸込みの場合



横吸込み用脚



真下吸込み用脚