

ホームポンプの新系列

川 田 良 吉*

Ryōkichi Kawada

New Series of Home Pumps

Synopsis

Series of Fuji Home Pump and mainly PA 2501 250 W shallow well pump are introduced according to explain special features on their function and instruction and last the optimum design method of home pump are described.

I. ま え が き

富士ホームポンプ浅井戸用 PA 2551, PA 2561 形が発売されたのを機会に、浅井戸用を中心にして、ジェット式、水中形、ピストン形の深井戸用を含めた当社のホームポンプの新系列を紹介する。あわせて主として浅井戸用富士ホームポンプの機能的、構造的長長の一般的解説を加えることによって、当社のホームポンプの基本的製作態度を記述し、電気井戸ポンプ、いわゆるホームポンプの将来の姿についても二、三の試案を示した。最後にホームポンプの最適設計法について述べたが、関係各位のご参考になれば幸いである。

II. 新系列ホームポンプ

富士ホームポンプには浅井戸用 PA シリーズと深井戸用にはうずまきジェットポンプ式 P J シリーズと水中形 P S シリーズ、ピストン形 P R シリーズとがある。ポンプの形式としては、PA シリーズおよび P S シリーズはウェスコポンプを用い、P J シリーズは地上ポンプとしてうず巻ポンプの一種タービンポンプを用い、地下に補助ポンプとしてジェットポンプを用い、P R シリーズはピストンポンプを地上と地下にシリーズ配置して用いる。これらのホームポンプ 7 機種の様一覧表を第 1 表に示した。これらの他に、浅井戸用ホームポンプ 2 機種にはそれぞれ特殊降水装置付 (50% 用のみ) がある。他はすべて 50/60% 両用である。

たとえば浅井戸用 250W の 50/60% 用の形式は、それぞれ PA 2551, PA 2561 形となるが、50/60% を同時に呼称する時に PA 2501 形を用いることがある。以上の他に P J 2501 および PA 4001 形が計画されている。

第 1 図、第 2 図に外観写真および外形図を示す。

* 三重工場第一製造部

III. 機能と構造の特長

一般にホームポンプに要求される機能には意匠的なものの他に、材質、表面処理および接点寿命のような寿命的なもの、過電流継電器 (富士ホームポンプで商品名をセイフティカットといている) 自動空気補給装置、降水装置、保護装置のような保護装置的なもの、ポンプ効率、消費電力、流量、低騒音、自吸性のような特性的なもの、1 面操作、過電流継電器の手動復帰式、自吸時間と呼び水量のような使用時の操作性に関するもの、およびターレットフランジ、コンテナパッケージのような据付時の操作性に関するものがある。

一般にホームポンプのこれらの機能については充分研究しつくされ、開発実用化されてほとんど完成の域に達している。一方ホームポンプ以外の家庭電機品を見ると製品の機能はホームポンプと比べると、さらに高度化されていると考えられる。たとえば電気冷蔵庫の各種霜取り装置、テーブルタップ、各種タイマなどのように機器本来の機能に関係なく、付属することにより便利だという補助的機能にまで開発の方向が進んでいる。今後のホームポンプの進む一つの方向としてホームポンプ本来の機能に密着した考え方から、さらに飛躍した発想による機能を人間工学的な視野で調和させるという方面へ進むのではないかと考える。

以上一般的にホームポンプの今後のあり方の一つを示したが次に、富士ホームポンプの機能における特長を浅井戸用を中心に説明する。

1) 全砲金製ポンプベッド

羽根車、ケーシング、ケーシングカバとも砲金製である。一部プラスチックまたは鋳鉄という考えもあるがウェスコポンプでは、ミクロン単位の寸法差および発さびその他寿命的な点からも砲金が望ましい。ジェット式の

第1表 ホームポンプ仕様一覧表

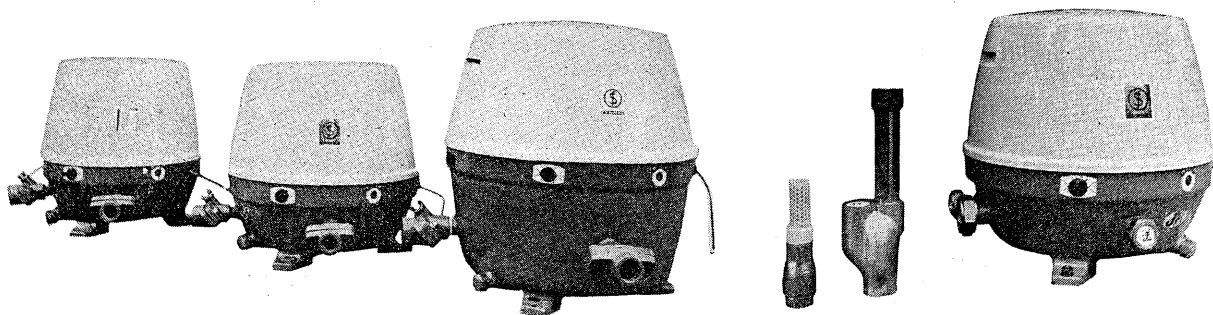
Table 1. Specification of home pumps

| 形式 | 電動機 | | | ポンプ | | | | | | | 圧力スイッチ | | その他 標配管径 標準 (B) | |
|---------|-----------|------------|-----------|--------------|-------------|------------|-----------------------|------------|---------------------|-------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | 出力 (W) | 周波数 (%) | 電圧 (V) | 形式 | 消費電力 (W) | 全揚程 (m) | (1)吸上高 (地下) (m) | 押し高 (m) | (2)規格揚水量 (ℓ/min) | (3)標準揚水量 (ℓ/h) | 自時吸間 (min) | 閉圧路力 (kg/cm ²) | | 開圧路力 (kg/cm ²) |
| PA 852 | 80 | 50 | 100 | SBREK 10 L-2 | 135 | 10 | 6 | 4 | 10 | 780 | 3.5 | 0.5 | 1.0 | 3/4 |
| PA 862 | 80 | 60 | 100 | SBREK 10 M-2 | 150 | 10 | 6 | 4 | 10 | 780 | 3.5 | 0.5 | 1.0 | 3/4 |
| PA 1252 | 125 | 50 | 100 | SBREK 10 N-2 | 185 | 12 | 6 | 6 | 16 | 1,080 | 3 | 0.7 | 1.3 | 3/4 |
| PA 1262 | 125 | 60 | 100 | SBREK 10 P-2 | 185 | 12 | 6 | 6 | 16 | 1,080 | 3 | 0.7 | 1.3 | 3/4 |
| PA 2551 | 250 | 50 | 100 | SBKREK71A-2 | 350 | 18 | 6 | 12 | 23 | 1,500 | 3.5 | 1.4 | 2.6 | 1 |
| PA 2561 | 250 | 60 | 100 | SBKREK71A-2 | 350 | 18 | 6 | 12 | 23 | 1,500 | 3.5 | 1.4 | 2.6 | 1 |
| PJ 1551 | 150 | 50 | 100 | SBREK 15 A-2 | 250 | 17 | 12 | 5 | 14 | 950 | — | 0.7 | 1.3 | 20φ, 25φ |
| PJ 1561 | 150 | 60 | 100 | SBREK 15 A-2 | 250 | 17 | 12 | 5 | 14 | 950 | — | 0.7 | 1.3 | 20φ, 25φ |
| PS 1252 | 125 | 50 | 100 | SPREK 8 A-2 | 235 | 20 | 15 | 5 | 10 | 750 | — | 0.6 | 1.0 | 3/4 |
| PS 1262 | 125 | 60 | 100 | SPREK 8 B-2 | 245 | 20 | 15 | 5 | 10 | 750 | — | 0.6 | 1.0 | 3/4 |
| PS 2052 | 200 | 50 | 100 | SPREK 10 J-2 | 325 | 26 | 21 | 5 | 15 | 1,000 | — | 0.6 | 1.0 | 3/4 |
| PS 2062 | 200 | 60 | 100 | SPREK 10 K-2 | 300 | 26 | 21 | 5 | 15 | 1,000 | — | 0.6 | 1.0 | 3/4 |
| PR 2051 | 200 | 50 | 100 | BREC 282-4 | — | 20 | 15 | 5 | 13.5 | — | — | 0.6 | 1.2 | 3/4, 1/4 |
| PR 2061 | 200 | 60 | 100 | BREC 282-4 | — | 20 | 15 | 5 | 13.5 | — | — | 0.6 | 1.2 | 3/4, 1/4 |

注) (1) 吸上高 (地下) は地下揚程をあらわし、深井戸の場合用いる。

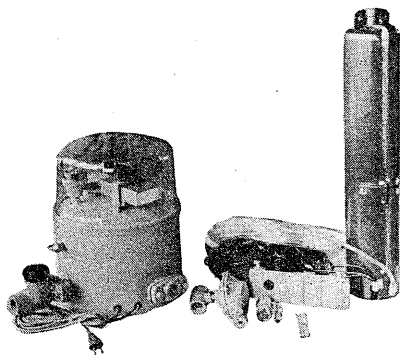
(2) 規格揚水量の揚程は浅井戸では 12m, 深井戸では 20m とする。ジェット式, 水中形は銘板揚水量をあらわす。

(3) 標準揚水量の揚程は浅井戸では 8 m, ジェット式は 15m, 水中形は 16m とする。

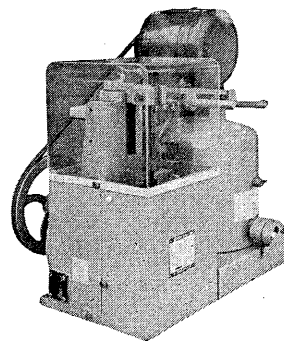


(a) 浅井戸用 PA802, PA1202, PA 2501 形

(b) ジェット式ポンプPJ1501 形



(c) 水中形 PS1202 形



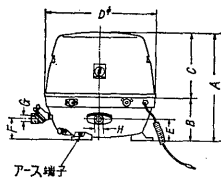
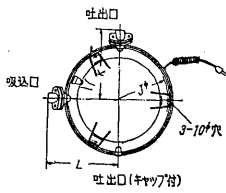
(d) ピストン形 PR2001 形

第1図 富士ホームポンプ

Fig. 1. Fuji home pump

寸法(単位 mm)

| 形式 | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|--------|-----|-----|-----|
| PA 852 PA 862 | 353 | 143 | 210 | 339 | 69 | 69 | PS 3/4 | PS 3/4 | 300 | 226 | 226 |
| PA 1252 PA 1262 | 378 | 153 | 225 | 380 | 74 | 74 | PS 3/4 | PS 3/4 | 330 | 245 | 245 |
| PA 2551 PA 2561 | 455 | 230 | 225 | 430 | 100 | 100 | PS 1 | PS 1 | 370 | 285 | 285 |



第2図 ホームポンプ浅井戸用外形寸法図

Fig. 2. Outline drawing of home pump for shallow well

うず巻ポンプ部においては羽根車のみ砲金で、ケーシング、案内羽根は鋳鉄である。これはうず巻ポンプではウェスコポンプに比べ固定部と回転部のすきまが1mm以上あってはるかに大きいのでケーシングを鋳鉄で作ってもさしつかえなく、また十分な表面処理が可能である。

2) セイフティカット(電動機焼損保護装置)付

ホームポンプの電動機の始動、停止は自動化されているので万一始動の時、ポンプ部が凍結、異物かみ、および低電圧その他で始動不能の場合には焼損のおそれがあるので、セイフティカット(過電流継電器の当社商品名)によって電源をしゃ断する。セイフティカットは手動復帰形であるので原因が取り除かれないままに一定時間後に継電器が自動復帰することがなくホームポンプのように自動運転形の電動機に対しては有効である。

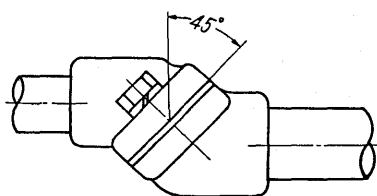
3) 自吸式である

4) 自動空気補給装置付である

5) 保温装置付である

6) 1面操作式である

3), 4) は現在では常識的になっている。1)~6) までは富士ホームポンプ以外にも見られる一般的な特長になっているが、次に示すものは富士ホームポンプのみの特長である。



第3図 ターレットフランジ

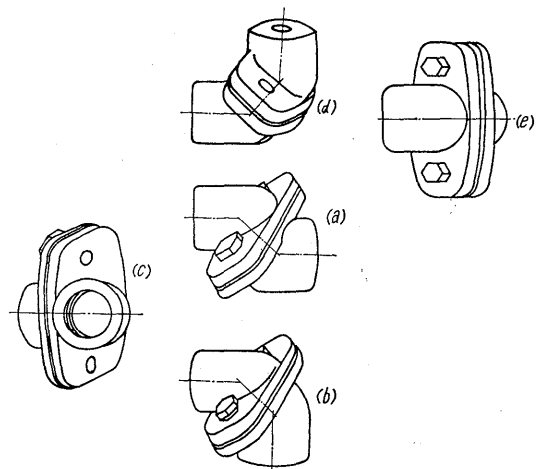
Fig. 3. Turlet flange

7) ターレットフランジ

ターレットフランジとは、第3図に示すように一般のフランジの接合面をおのおの45°傾けて、さらに広範囲の管の接合に使用できるように改良したフランジのことである。一般のフランジと同様一方にのびる管の接合はもちろん4方向の直角または45°に曲がる場合にも接合できる。第4図にターレットフランジのいろいろの接合方法を図示する。要約すれば三次元の座標軸においてxの負の軸からくる管を、従来どおりxの正の軸の方向にだすのはもちろんyおよびzの正および負の軸の方向にも自由にだすことのできるフランジである。これによって据付場所の制約なく比較的容易に配管工事が行なえる。

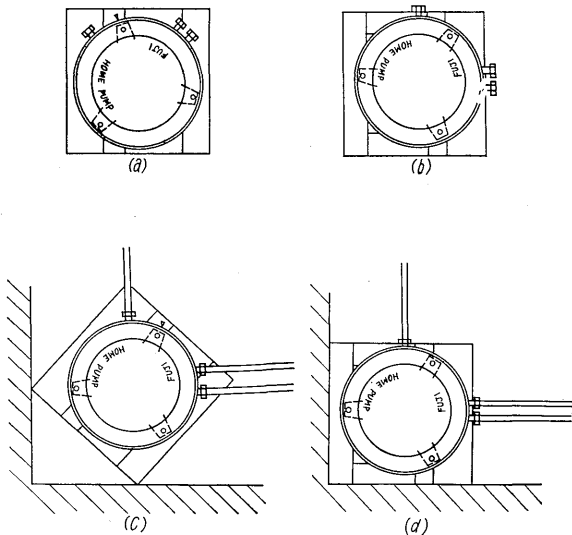
8) コンテナパッケージ(梱包)

顧客の家まで運搬するために梱包はできるだけ小さくした方が便利である。このためタンクからでるフランジは第5図(a)のように底板の角に来るようにして、底板の面積をできるだけ小さくし、ひいては梱包全体を小



第4図 ターレットフランジの使用例

Fig. 4. Usings of turlet flange



第5図 コンテナパッケージ
Fig. 5. Container package

さくしてある。このような状態で底板をつけたままポンプを据え付ける場合、周囲に何の障害物もない場合は良いが、たとえば第5図(c)のように2方が壁である室のすみへすえつけようとする、パイプを壁と平行に配管するためには底板を(c)のように置かなければならず、余分のスペースが必要になってくる。このようなことをなくするため底板には余分に3個の穴があけてあり、ポンプを一度取りはずしてこの穴につけかえるとフランジの位置が(b)のように変わる。こうすれば(d)のように部屋のすみなどを有効に利用してポンプをすえつけることができる。

7), 8)のターレットフランジおよびコンテナパッケージともにその開発目的は最終需要家(一般家庭)より、むしろ主として据付業者の据付工事を容易にするためである。ターレットフランジは据付手数さえ問題にしなければ各種の管継手を使えば従来のフランジで代用できるし、コンテナパッケージにしても同様据付後に差があるわけではない。しかしホームポンプはその製品の特殊性として販売と同時に配管据付工事を必要とし、したがって必ず据付業者が介入する。これがホームポンプの販売流通機構上の特殊性である。いわばターレットフランジ、コンテナパッケージは据付業者へのサービスであって、同時に流通機構の短縮化のあらわれの一つである。今後この短縮化をさらに進めるにはどうするかがホームポンプの課題の一つとなる。

9) 特 性

後に記すような設計法を用いポンプの特性は良好で流量が多い。

10) 低 騒 音

電動機は特に低騒音電動機として設計され電動機の支持にとくに防振材としてモルトブレンを用いたりしており、ポンプの構造にも考慮がはらわれているので、総合騒音はもっとも低い。元来ホームポンプは騒音において注意がはらわれることが少なかったが、この点富士ホームポンプは早くから研究され実用化されている。

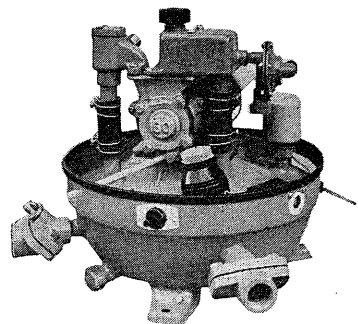
11) 分 気 室

汎用電動機が近年鋼板製化される傾向にあるが、富士ホームポンプにも鋼板製分気室が独創的に採用された。このため分気室からケーシングへさびなどが落下することが少なくなり、美感も良く、安定した製造方法によることが可能になった。

12) カ バ

カバはスチロールのうちとくに耐衝撃性、耐熱性のあるものを選び、シート材より真空成形する。弾力があるので永久変形することなく、また塗装はがれの恐れもなく軽いので操作性も良いなどの利点を有する。ただし耐衝撃性、耐熱性については注意を要する。スチロールはその保温性にもすぐれている。

第6図に P A 862 形のカバをはずした構造図を示す。



第6図 カバをはずした浅井戸ポンプ外観
Fig. 6. Outer view of shallow well pump without cover

IV. ホームポンプの最適設計法

近年ホームポンプが数多く製作されその研究も進んでいる。ホームポンプに用いられるポンプ部は主としてウェスコポンプ(Wesco Pump または再生ポンプ Regenerative Turbine Pump)であり、その設計法にも数多くの文献がある。しかしこれらはいずれも定格揚程と定格流量に関し1点を与えられた時にその定格点を満足させるに必要なポンプ各部の寸法を決定するための理論である。ホームポンプにおいては定格揚程における流量の他に圧力スイッチの開く圧力における軸動力のある一定値以下に押えなければならない。ちなみにホーム

ポンプでは日本工業規格電気井戸ポンプ JIS B 8314 において規格揚程 12m における流量が規定され、さらに圧力スイッチの開く圧力における軸動力が規定されている。したがってこのポンプの特性における二つの定格点を満足させるには、幾種類かのポンプを作ってその中から2点を満足するポンプを選ぶか、試行錯誤または勘にたよるしかない。この項ではホームポンプのように2定格点を与えられた場合にウェスコポンプの $Q-H$ 特性をどのようにしたらよいかを計算で求める方法を述べる。ウェスコポンプの最適 $Q-H$ 特性がこれで判明すれば、そのウェスコポンプを実現するためのポンプ寸法をきめるには前記理論によることができる。特性を与えられてウェスコポンプの寸法を決定するウェスコポンプ設計法と2定格点を与えられそれに最適のウェスコポンプの特性を決定するホームポンプの最適設計法の二つの理論を組み合わせることににより、与えられた2定格点またはホームポンプの仕様よりそれに適したポンプ寸法を電子計算機による一連の計算で決定することができる。

ホームポンプの最適設計法では定格揚程 H_R における定格流量 Q_R を任意に定め、この定格点をとる $Q-H$ 曲線群より圧力スイッチの開く揚程 H_0 における軸動力 W_0 の最小値 $W_0 \min$ を選び、次に $W_0 \min$ と Q_R の関係より $W_0 \min$ を規定軸動力 $W_0 R$ にした時の Q_R すなわち最大流量 $Q_R \max$ を求める。

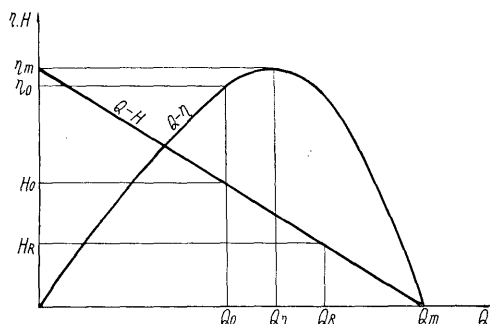
第7図のように記号を定めるとウェスコポンプの $Q-H$ 曲線は一次直線で近似できるので、三角形の比例より

$$\frac{H_R}{Q_m - Q_R} = \frac{H_0 - H_R}{Q_R - Q_0} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Q_m と Q_0 が変数で他は定数であるから Q_m を Q_0 の式であらわすと

$$Q_m = Q_0 + \frac{Q_R H_0 - Q_0 H_0}{H_0 - H_R} \quad \dots\dots\dots(2)$$

効率曲線 $Q-\eta$ の関係は $Q_0 < Q < Q_R$ の範囲で二次曲線で近似できるので二次係数を a ($a > 0$) とすると



第7図 ホームポンプの最適設計法

Fig. 7. Optimum design method of home pump

$$\eta_0 = \eta_m - a (Q\eta - Q_0)^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ウェスコポンプの最適効率を与える流量 $Q\eta$ は最大流量 Q_m に対して一定の比を与えることが実験的にも理論的にもわかっているので

$$Q\eta = bQ_m \quad \dots\dots\dots(4)$$

とすると ($b \approx 0.6 \sim 0.64$) 式(3)は次のようになる。

$$\eta_0 = \eta_m - a (bQ_m - Q_0)^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式(5)に式(2)を代入して Q_0 を変数として整理すると

$$\begin{aligned} \eta_0 = & -a \left(b - 1 - \frac{bH_0}{H_0 - H_R} \right)^2 Q_0^2 \\ & - 2a \left(b - 1 - \frac{bH_0}{H_0 - H_R} \right) \left(\frac{bQ_R H_0}{H_0 - H_R} \right) Q_0 \\ & + \eta_m - \frac{ab^2 Q_R^2 H_0^2}{(H_0 - H_R)^2} \quad \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

圧力スイッチの開く揚程における軸動力 W_0 は式(7)であらわされるが、 W_0 の最小の条件と式(8)の G の最小の条件は同一である。

$$W_0 = \frac{16.3 Q_0 H_0}{\eta_0} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$G = \frac{W_0}{16.3 H_0} = \frac{Q_0}{\eta_0} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式(8)に式(6)を代入し、 Q_0 に関する二次の係数および定数をそれぞれ A, B, C とすると

$$G = \frac{Q_0}{AQ_0^2 + BQ + C} \quad \dots\dots\dots(9)$$

G の最小の条件を微分して求めると

$$\frac{dG}{dQ_0} = -AQ_0^2 + C = 0 \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\begin{aligned} \therefore Q_0 &= \sqrt{\frac{C}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{ab^2 Q_R^2 H_0^2}{(H_0 - H_R)^2} - \eta_m}{a \left(b - 1 - \frac{bH_0}{H_0 - H_R} \right)^2} \\ &= \frac{1}{b - 1 - M} \sqrt{M^2 Q_R^2 - \frac{\eta_m}{a}} \quad \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

ただし

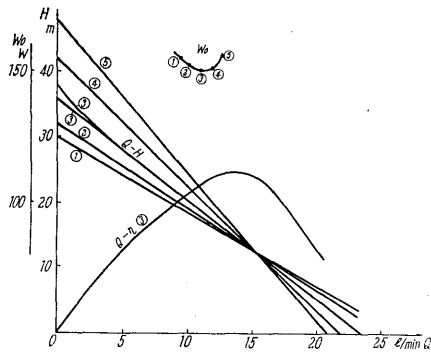
$$M = \frac{bH_0}{H_0 - H_R} \quad \dots\dots\dots(12)$$

上記計算は $a = \text{const.}$ と仮定してあるので式(12)で求めた Q_0 より Q_{m1} を求め、 a を求めたときの $Q_m = Q_{m0}$ と比較して差があるときはあらためて

$$a_1 = a \frac{Q_{m1}}{Q_{m0}} \quad \dots\dots\dots(13)$$

式(13)から修正し、これをくり返し Q_0 の近似解を求める。

最適の Q_0 すなわち点 ($Q = Q_0, H = H_0$) が求めれば



PA 1262 形仕様
 電動機出力 125W 圧力スイッチの開く揚程 19m
 吸上高さ 6m 規格揚程 12m
 押上高さ 6m 規格揚水量 16 ℓ/min
 19m時の軸動力 約 150W

第8図 PA 1262 形の特
 Fig. 8. Characteristics of type PA 1262

これと点 ($Q=Q_R, H=H_R$) をとおる直線が最適特性として求まり、ウエスコポンプの設計法によってこの特性を満足するポンプ寸法を求めればよい。

第8図は富士ホームポンプ浅井戸用 125W 60% 用 PA 1262 形においてホームポンプ最適設計法によって製作されたポンプとこれと同一格点 ($Q=Q_R, H=H_R$) をとおる異なる4種の実験的に製作されたポンプ

の特性をあらわしている。③は最適設計法によるもの、③'はその実測値で計算の対象になる部分では③と③'は、非常に近似している。①、②、④、⑤は異なる4種の実験値である。第8図の上部に①～⑤の (Q_0, W_0) の点の軌跡が示されていて、最適設計法によるものが最低を示して設計法の正確さを示している。

以上ホームポンプの最適設計法を述べ計算と実測の比較を行なった。これによれば従来、勘または試行錯誤法によるものと比べ試作の期間を縮め、より高度な研究に進むことができることがわかる。

V. む す び

富士ホームポンプの新系列を紹介しながらホームポンプの将来の姿に関する二、三の展望を試みたが、ホームポンプが家庭におけるたんなる設備機械としての範囲から家庭電器的要素を備えるまでにはまだ数々の努力が必要となろうし、またその特性面においても今後実験的解説のみの他に理論的な研究開発が望まれる。

参考文献

- (1) 葛西, 妹尾: 機械学会論文集 17, 56, 27 (昭和 26-3)
- (2) 葛西, 妹尾: 機械学会論文集 18, 66, 142 (昭和 27-2)
- (3) 葛西, 妹尾: 機械学会論文集 18, 66, 148 (昭和 27-2)
- (4) 宮津: 機械学会論文集 5, 18, 109 (昭和 14-2)

☆ 訂 正

富士時報第37巻第1号(回顧号)につぎの誤りがありましたのでおわび申し上げます。訂正箇所は次のとおりです。

訂正箇所

- | | | |
|--------|------------------|------|
| 9 ページ | 本文左側上から18行目～21行目 | } 削除 |
| 11 ページ | 第Ⅱ・1表の上から7行目 | |
| 15 ページ | 第Ⅲ・1表の上から5行目 | |



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。