鎖線で示しておいた。また密封特性数は

$$S_{th}=0.0599^{(15)}, S_e=0.048$$

である。シリンダ内面のねじ寸度の測定はきわめて困難なので、その測定精度も十分とは言えない。この点を考慮すると、両特性数の値は誤差範囲内でかなりよく一致しているものと言えよう。

7. 結 言

以上ねじ型粘性ポンプの密封性能に関する実験結果につき述べたが、これを要約すると次の通りである。

1) 流出量なしのときの揚程は、流体の動粘度、回転子の有効長さ、半径、その回転数にそれぞれ比例しすきまの二乗に逆比例するとの理論結果が実験的に確認された。

2) ねじみその幾何学的諸因子 (α, β, θ および ε) の密封性能に及ぼす影響は、一括して密封特性数 S の形で検討した結果、理論と実験はよく一致した。

3) 回転子の偏心を考慮した修正理論値は、修正しない場合に比べ、一層よく実験値と一致した。

4) ねじみその断面形状に関する理論もよく実験結果と一致することがわかった。

5) 多重ねじの場合も、一重ねじと全く同様に取り扱いつてさしつかえないことが実験的にも立証された。

6) 以上の実験はすべて「軸ねじ型」ポンプに関するものであるが、「筒ねじ型」ポンプにつき実験した

結果、前者と全く同様な性能を示すことがわかった。

最後に本研究に際し、種々御教示を賜わった本学の浅野友一博士、また実験並びに計算に助力された本学の松下柏郎および中川礼子の両氏に厚く感謝したい。なおこれは昭和 23 年度文部省科学研究費によるものであることを附記する。

注：一

- (1) 昭和 24 年 11 月 13 日 応用力学講演会において講演、原稿受付 昭和 25 年 3 月 3 日。
- (2) 正員、群馬大学
- (3) 浅沼、粘性流体による密封作用に関する研究 (第 1 報) 機械学会論文集, 17 卷 60 号, 119 ページ (昭 26)。
- (4) 浅沼、同上 (第 2 報) 機械学会論文集, 17 卷 60 号, 126 ページ (昭 26)。
- (5) 浅沼、同上 (第 3 報), 本誌 35 ページ,
- (6) 内径 $2R=29.9031\text{mm}$ である
- (7) シリンダ下端はラジアル玉軸受⑩にかん合せしめ、回転子①の回転抗力を底蓋⑨に巻付けたばね⑧の伸びから零点法により測定できる。しかし本実験では回転抗力を測定しなかつたので、装置は終始固定した。
- (8) 最大回転数 1500 rpm, 回転子半径 1.5 cm, 最大みぞ深さ 0.28 cm, 最小動粘度 0.1 cm²/s として計算する。
- (9) レッドウッド粘度計により測定する。
- (10) Rowell & Finlayson, Engg., Vol. 126 (1928—9), 386. $h \sim N$ 線図の高速部分は直線であるが、低速部を曲げて原点を通してある。しかしこれは損失水頭を考え、全部一本の直線にすべきものと思う。
- (11) たとえば $N=500$ rpm の A' 直線については $L'_{loss}=14.0$ mm である。
- (12) これらの値については第 4 節を参照されたい。
- (13) この場合、損失なしの仮定により L の値としてそう入長さ L_0 を用いて計算した。
- (14) 沖, 水力学, p.286
- (15) S_{th} の計算に当り, $\frac{dh}{dL}$ の代りに $(h_e' + h_{loss})/L_0$ を用いた。

629. 12. 053. 2

新 型 船 用 速 度 計⁽¹⁾

草間秀俊⁽²⁾, 吉本真佐雄⁽³⁾, 浅井正雄⁽⁴⁾, 河村清和⁽⁵⁾

Ship's Speed-meter

by Hidetosi KUSAMA and Other

Ship's speed-meter which has been designed by the authors, is based on the following principle. The force which produced by the dynamic pressure of Pitot-tube, is always balanced with the magnetic force by the automatic control of the magnet excite current. Then the instantaneous velocity of ship is given by the excite current and the integrating value of the excite current indicates the distance. By this ship's speed-meter the authors completed the experiment in the laboratory and ship.

1. 研究の概要ならびにその目的

本研究は船舶の瞬間速度ならびに航程を測定する新しい装置を考案し、更にこれを試作して、室内実験および実際に船に取り付けて実験を行つたものである。

新しい船用速度計は、ピトー管から取り出した動圧による力と、電磁石の吸引力とを常に平衡せしめるように、電磁石の励磁電流を追従せしめ、その電流を電

流計によつて読むことにより、瞬間速度が求められ、また積算電流計によつて航程が得られるようにしたものである。

この速度計は船の速度が変化する場合にも、正確な測定が行われ、その上従来の速度計に比して製作費が低廉であるところに特徴がある。なお、この装置は、ピトー管を流体輸送管内に装備して、瞬間流量および積算流量を測定する場合にも適用できる。

第1図 原理説明図

2. 原理

第1図は新しい船用速度計の原理の説明図である。図において、動圧のために接続棒⑧を回転軸⑦の回りに左回りに回転せしめるモーメント M_1 は次のごとくである。

$$M_1 = (\gamma A l_1 v^2 / 2gk^2) \dots\dots\dots(1)$$

ただしここで、 γ は海水の単位体積当りの重量、 A はベローズの有効面積、 l_1 は回転軸⑦と支点⑩との距離、 v は船速、 k はピトー管係数および g は重力の加速度を表わす。

また一方電磁石の吸引力による接続棒の右回りに回転するモーメント M_2 は次のごとく表わされる。

$$M_2 = c(in)^2 f l_2 / x^2 \dots\dots\dots(2)$$

ただしここで、 i は電磁石の励磁線輪に流れる電流、 n は励磁線輪の巻数、 f は鉄心の断面積、 l_2 は回転軸と吸引鉄片⑮の中心までの距離、 x は電磁石と鉄片との間のすきまおよび c は主として鉄心の材質によつて定まる係数を表わす。

特定の装置においては

$$M_1 = K_1 v^2, \quad M_2 = K_2 i^2 \dots\dots\dots(1')(2')$$

である。

次に、常に $M_1 = M_2$ になるように電磁石の電流 i を自動的に追従せしめるために、接触子⑯、⑰の開閉によつて、電動機⑳の励磁線輪㉑および㉒への電流の開閉を行うようにした。すなわち

(i) $M_1 = M_2$ のときすなわちつり合の状態では㉑、㉒共に電流が流れるが、㉑、㉒の線輪が互に反対に巻かれているので、打消し合つて電動機が回転しない。

(ii) $M_1 > M_2$ すなわち船速が増した時は、⑯が接触

して、線輪㉑のみに電流が流れて電動機㉑が回転し、可変抵抗器㉑を動かして、電磁石の励磁電流 i を増大するように働く。

(iii) $M_1 < M_2$ のときすなわち船速が減少したときは⑰が接触して線輪㉒のみに電流が流れて、電動機は(ii)の場合と反対の回転をして電磁石の電流 i を減少するように働く。

ゆえに以上の自動追従装置により常に $M_1 = M_2$ になる。したがつてこの装置の作動の行われている限りは、

$$v = (K_2/K_1)^{1/2} i \dots\dots\dots(3)$$

の関係が成立するから、電流計㉑の読みから瞬間速度、積算電流計

㉒の読みから航程を求めることができる。

なお、(3) 式の関係は v と i とが直線的関係にあるので、速度変化のある場合にも従来の方式よりも簡単に正確な指示が得られるのである。

3. 装置の製作

上述の原理に準じて下記のごとき寸法で装置を製作した。

ベローズの有効面積	$A = 10.27 \text{ cm}^2$
ベローズ作用点から回転軸までの距離 l_1	$l_1 = 6 \text{ cm}$
鉄片中心から回転軸までの距離 l_2	$l_2 = 10 \text{ cm}$
電磁石の励磁線輪の巻数	$n = 1750$
鉄心の断面積	$f = 3.14 \text{ cm}^2$

鉄心材料は純鉄を使用することが望ましいが、これが見られなかつたので、チャーコール・アイアンのできるだけ純度の高いものを用いた。また電磁石と鉄片とのすきま x は調整できるようにした。なお⑯、⑰の接触子は銀を用いた。

次にピトー管は船に装備する便宜上ならびにその特性から円筒ピトー管を執ることにした。その重要寸法は第2図のごとくである。ピトー管係数 k の決定ならびに静圧孔の位置の決定は、1 m 風どうを用いて海水中をピトー管が動く場合のレイノルズ数にあわせて実験

第2図

的に求めた。第3図は円筒ピトー管の特性曲線である。

第 3 図

これから静圧孔の位置は正面から 32.25° の所であることがわかる。

4. 室内実験

実際に船に取り付けて行う実地試験に先立つて、全装置からビーター管だけを取り除いて、その代りに液柱計を両ベローズにそれぞれ接続して、それに液柱差 h を与えて、その時の電流計の読みを求めた。電磁石と鉄片とのすきま x は 7.5, 10.0, 12.5 および 15.0 mm に変えて実験を行つたが、第 4 図は $x=10.0$ mm の場合の h と i との関係を図示したものである。また同

第 4 図

図中の v は $k=1$ としたときの値である。

実験結果から すきま を大きくする方がヒステレシス現象は少いが電磁石の励磁電流が大きくなる欠点と、更に鉄心における磁気飽和のため $v-i$ 曲線が直線性を保持できなくなる。これらを考慮して すきま $x=10.0$ mm を採用することにした。

5. 実地試験

東京水産大学の好意により、同学所属船 7 号艇 (17

トン 40 馬力) に本装置を装備して、実地試験を行つた。試験を行つた場所は千葉県館山湾内で 2 個の浮標の位置を三点方位角法を用いて測定して、その距離が 1 マイルであることを確かめた。この浮標間を一往復をもつて 1 回の実験とした。これは潮流、風向の影響をなくするためである。この実験においては積算電流計をも装置して、真の航程と積算電流の読みから計算される航程との比較を行うことが目的である。

準備および天候の関係で 3 回の実験だけに留まつたが、その結果は次のごとくである。

実験番号	積算電流計の読みから得た航程
1	0.96 マイル
2	0.95 "
3	0.95 "

6. 結果の考察

実測の結果は 4~5% 少い。この実験の際には相当の波浪があつたために、海水のしぶきが接触子にかつたことが原因であるかは不明であるが、接触子の酸化が室内試験の場合よりはるかに大きく、接触子がよほど強く押されないと、電流が流れなかつたために起きた誤差と思われる。

本装置では電動機の励磁線輪に流れる電流約 1 アンペアそのまま接触子を通過するから、接触子が接触する度に火花による酸化が大であるので、これを改良して中継装置 (第 5 図) をそう入して接点にはできるだ

第 5 図

け微弱な電流を流すことによつて作動するようにした。その結果、上述の結果を補正することができた。

終りに臨み本研究の実験に協力してもらつた辻茂君に対し感謝の意を表する。

注:一

- (1) 昭和 25 年 4 月 9 日総会講演会, 昭和 26 年 1 月 21 日水力学および水力機械講演会において講演, 原稿受付 昭和 26 年 2 月 5 日。
- (2) 正員, 東京工業大学。
- (3), (4) 准員。
- (5) 学生員, 東京工業大学学生。