なっている場合、さらに一つの断面に2本以上の合流管がついている場合等も、同じように取り扱うことができる。

注：—

- (1) 昭和23年10月16日 近畿地区学協会連合講演会において講演，原稿受付 昭和26年10月1日。
(2) 正員，大阪大学。

- (3) 学生員，大阪大学。
(4) 植松，近江，機械學會論文集，15巻50号，III—73ページ（昭24）。
(5) 著者等の実験の場合は，低速流れであるから，非圧縮性流体と考えて大差ない。普通の場合はこれで十分であろう。
(6) λ_1 の値を一定として計算しているが，すでに求めた Q_1 の値を使って流速を求め， λ_1 の値の変化を考へに入れば， λ_1 は仮定値と大差ない値になる。しかし，著者等の設けた仮定とそれに基づく理論式の実用性の点から考察すれば，このように係数の値を種々に変えることは不適当と思われる。

532.51.032: 531.49

回転円板の摩擦抵抗に関する実験⁽¹⁾

広瀬 幸治⁽²⁾

Experiment on the Frictional Resistance of Rotating Disc

by Kōzi HIROSE

In this paper, the results of the experiment on the frictional resistance of rotating disc in a casing are described. The theoretical calculation of this problem, is already carried out by B. Hudimoto and the author.

Denoting $M = \rho \omega^2 r_0^5 C_f / 2$, $R = r_0 \omega^2 / \nu$, where M is the moment of the frictional resistance, ω is the angular velocity of the rotating disc, r_0 is the radius of the disc, ρ and ν are density and kinematic viscosity of fluid in a casing respectively, C_f is the coefficient of the moment and R is Reynolds number, the results of the experiment are shown by the relation between C_f and R .

The experiments are carried out for the next four cases, using the air as the fluid in a casing, and Reynolds number R is varied from 5×10^4 to 4×10^5 .

(1) smooth disc and smooth casing. (2) rough disc and smooth casing. (3) smooth disc and rough casing. (4) rough disc and rough casing.

The rough surface is made up by passing the sand on the surface and the roughness is shown by the parameter r_0/k , k being the mean diameter of the sand. Moreover, in the case (1), the axial distance s between the disc and the casing is varied and this influence is shown by the parameter r_0/s .

1. 実験装置

第1図および第2図に装置の全景および構造の概略を示してある。適当に組まれた木製構造物の上部部材に小型の四つ爪チャックを取り付け，それにピアノ線 ($\phi = 1.4 \text{ mm}$) の一端を固定し，その他端に直径 305 mm の黄銅円板 (厚さ 4 mm) およびブリキ板でつくつた盆状の容器を，やはりこれに取り付けた四つ爪チャックによつて図のようにつり下げる。回転円板としては直径 $2r_0 = 300 \text{ mm}$ のアルミニウム円板 (厚さ 1.5 mm) を可変速電動機の軸に直接に取り付けた。

容器のピアノ線のねじれによる回転振動の制動およびその他の諸振動の防止のため，図に見られるように容器上に組まれた四つの腕より針金によつておもりおよび制動板をつり下げ，制動をよくするためにこれを水そう中につけるようにした。

容器のうけるモーメントの測定にピアノ線のねじれを利用するため，鏡，望遠鏡および尺度の組合わせを用い，尺度は鏡から半径約 50 cm の円周上にあるよ

うに設置した。

回転円板の駆動用の 12V の電源を 100 V A. C. より得るためと合わせて回転数の調節のためにスライダックスを用い，回転数は電磁ストロボ装置により測定した。

第 1 図

第 2 図

2. 測定の方法および結果

容器内の流体としては空気を用いた。容器の受けるモーメントの大きさとピアノ線のねじれ角、したがって尺度上の読みの移動との関係を、容器に大きいのがわかつた偶力を与えることによってあらかじめ測定しておき、以後はこの関係によつて尺度上の読みの移動からモーメントの大きさを測定した。

容器の受ける摩擦抵抗のモーメントを M 、円板の回転角速度を ω 、流体の密度および動粘性係数を ρ, ν とし

$$M = \rho \omega^2 r_0^5 C_f / 2, \quad R = \omega r_0^2 / \nu$$

と表わし、実験結果は抵抗のモーメントの係数 C_f とレイノルズ数 R との関係によつて示した。本実験では $r_0 = 150 \text{ mm}$ で、円板の毎分回転数を n とし、 ρ, ν の単位をそれぞれ $\text{kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$ および m^2 / s とし、 M の単位を $\text{g} \cdot \text{cm}$ とすると

$$C_f = 24.0 \times M / \rho (n/1000)^2$$

$$R = 2.36 \times (n/1000) / \nu$$

となる。

a. 容器、円板共に平滑な場合 表面は 000 番のサンドペーパーで仕上げた程度で実験した。円板と容器との間隔 s が 45 mm, 30 mm, 20 mm の三つの場合について測定した結果を第 3 図に示してある。図では r_0/s をパラメータにとつて示し、Schultz-Gru-

第 3 図

第 4 図 (a)

第 4 図 (b)

now⁽⁴⁾ の計算結果を実線で示してある。

なおこの場合、容器内の速度分布を 2 孔ピトー管によつて測定し、容器にかけられた静圧孔によつて静圧分布を測定した結果を第 4 図に示してある。静圧は大気圧 p_s との差をとつてあり、 $n = 2200 \text{ rev/mn}$ の場合の結果である。容器内の流体の回転角速度を β とすると

$$dp/dr = \rho \beta^2 r \quad \therefore (\beta/\omega)^2 = (dp/dr) / \rho \omega^2$$

第 4 図 (a) から与えられる dp/dr の値から β/ω を計算して同図 (b) にそれぞれ点線、実線、鎖線で示してある。

b. 容器、円板のいずれか一方および両方が粗な場合 粗面の場合の実験を行うため金属板の表面に砂粒を不易のりではりつけ、その上にニスをつきつけて固着させて使用した。砂粒は適当にふるい分けて後その数十個をとり出し顕微鏡によつて平均直径 k を測定した。

$k = 0.685 \text{ mm}$ および 0.350 mm の 2 種の砂粒を用い、 $s = 30 \text{ mm}$ の場合の結果を第 5 図に示してある。あらさの程度は r_0/k をパラメータにとつて示す。

第 5 図

あらさの基準を砂粒の平均直径 k にとつているが、実際に砂粒をはりつけた状態では一様にすることがむづかしく、凹凸の割合は k 以上になっていると考えるべきである。

なおこの場合容器円筒壁は砂粒をはりつけず、ブリキ板そのままの表面を用いた。容器円板共に粗な場合は両者の r_0/k が同値の場合のみ実験した。

3. 結 論

装置の不備のため、レイノルズ数が $5 \times 10^4 \sim 4 \times 10^5$

の少範囲の結果であり、あらさの影響も 2 種類の砂粒について行つたのみであつたが、一応の結果をえられたものとする。ただ円板がすっかり容器内にあるのではなく、一方は静止大気中にあるため容器のうけるモーメントが正確に円板の対応側のみによるものとするために、容器円筒壁は円板の厚さのちようど半分の所まであるように設置したが、円板の厚さが大でなく、周辺が回転時軸方向に多少振れるため、円板開放側の影響が多少はあるのではないかと考えられる。この点装置の改良が感じられた。

なお円板と容器との間隔 δ によるモーメント係数の増減のようすが判明したが、理論的には容器円筒壁の抵抗のモーメントをも考慮に入れて計算するとこれが説明されるが、これについては次の報告にゆずる。

注：一

- (1) 昭和 25 年 10 月 14 日 関西工学連合会議演説において講演、原稿受付 昭和 26 年 2 月 10 日。
- (2) 正員、京都大学。
- (3) 藤本、広瀬、機械学会論文集、17 卷 56 号 (昭 26)。
- (4) F. Schultz-Grunow, Z.A.M.M., Bd. 15, (1935)。