れに既に述べた運動量厚さ ϑ 及び排除厚さ

$$\delta^* = \int_0^{\delta} \{1 - (u/u_0)\} dy$$

を入れ且 $H = \delta^*/\vartheta$ とおくと

$$\Psi = d\vartheta/dx + du_0/dx \cdot u_0^{-1}(H+2)\vartheta + (\vartheta/r)(dr/dx)$$

$$\text{更に } \Psi = A(u_0\vartheta/\nu)^{-B} \dots\dots\dots(8)$$

とおくと

$$d\vartheta/dx + \{u_0^{-1}(H+2) \cdot du_0/dx + r^{-1}dr/dx\}\vartheta = A(u_0\vartheta/\nu)^{-B}$$

上式を積分して x_1 における $u_0, r, \vartheta, \tau_0$ の値を $u_{01}, r_1, \vartheta_1, \tau_{01}$ とすると (但し A, B, H は一定と考へる)。

$$\vartheta^{1+B} = \{(u_{01}/u_0)^{H+2} \cdot (r_1/r) \cdot \vartheta_1\}^{1+B}$$

$$+ \{A(1+B)/(\nu/u_0)^B(u_0^{H+2}r)^{1+B}dx\}$$

となる。更にこれを無次元の形に表はすため長さを表はす量は回転体の長さ L で、速度を表はす量は回転体前方の一樣な流れの速度 U で、又 τ_0 は ρU^2 で割つて表はすと

$$\begin{aligned} (\vartheta/L)^{1+B} &= \frac{(u_{01}/U)^{H+2}(r_1/L)^{1+B}}{(u_0/U)^{H+2}(r/L)^{1+B}} (\vartheta_1/L)^{1+B} \\ &+ \frac{A(1+B)}{(UL/\nu)^B(u_0/U)^{H+2}(r/L)^{1+B}} \int_{x_1/L}^{x/L} (u_0/U)^D (r/L)^{1+B} d(x/L) \end{aligned} \dots\dots\dots(9)$$

$$\frac{\vartheta/L}{\tau_0/\rho U^2} = \frac{\vartheta_1/L(u_{01}/U)^{D+2}(r_1/L)^{1+B}}{\tau_{01}/\rho U^2(u_0/U)^{D+2}(r/L)^{1+B}}$$

$$+ \frac{(1+B)}{(u_0/U)^{D+2}(r/L)^{1+B}} \int_{x_1/L}^{x/L} (u_0/U)^D (r/L)^{1+B} d(x/L) \quad (10)$$

こゝに $C = (H+2)(1+B)$, $D = C-B$ であつて $H=1.4$ とすれば第2表に示す如くなる。

第 2 表

尙精しくは $H=1/(1-5\sqrt{\Psi})$

であつて H の値は 1.4 よりも

小さく且レイノルズ数の影響を

うける。この H の値をとると

D は約 0.2 程減少するが本文の計算例の様な場合には結果に殆ど影響はない。

式 (9) により ϑ が算出出来るが計算にあつては境界層

のレイノルズ数 $u_0\vartheta/\nu$ が小さい間は平板の場合と同様に式 (2) 即ち $B=1/4$ として計算し、 $u_0\vartheta/\nu=3 \cdot 10^3$ に達するとそれより先きは $B=1/6$ (式 (3) による) として計算を続け更に若し $u_0\vartheta/\nu=10^5$ に達する事があればそれより先きでは $B=1/7.5$ (式 (4) による) として計算する。かくして ϑ が求められると共に τ_0 が求められるとこの回転体のうける摩擦抗力は次の式により求められる (但し a, α は第1図参照)。

$$D_f = \int_{a=0}^{a=L} 2\pi r \tau_0 \cos \alpha dx$$

3. 計算例 計算例として飛行船 Akron の場合を計算した。船体の表面に沿ふ速度 u_0 は Freeman⁽⁹⁾ の実験結果をとる事とした。船体の容積を V とし摩擦抗力を

$$D_f = (\rho/2) U^2 V^{2/3} C_f$$

第 1 図

と表はすと計算結果の C_f は第2図に示した様になる。図の縦軸は C_f , 横軸は $R = UV^{1/3}/\nu$ である。図中の点はアメリカにおける風洞実験結果の値を示し、鎖線は Millikan の $B=1/4$ の計算結果であつて、これは R が大きくなると平板の場合と同様の差が現はれる。

第 2 図 摩擦抗力係数の計算例

[昭和 17 年 10 月 22 日受付・本論文要報を以て本論文に代ふ]

推力球軸受に関する研究⁽¹⁰⁾

(昭和 17 年 9 月 19 日 関西支部第 126 回講演会に於て講演)

正員 佐々木外喜雄⁽¹¹⁾

准員 竹山久夫⁽¹²⁾

准員 青井宜一⁽¹³⁾

重負荷状態にて作動する球軸受における鋼球と軌道面の相互関係を一般的に研究するため、便宜上推力球軸受を用ひて次の三つの実験を行つた。

1. 同一の荷重、回転数の下で球数を変へた場合の軸受摩擦並に軸受温度上昇における差異を求めた。試験軸受としては推力球軸受 2906 及び 906 を用ひたが、鋼球を等間隔に

(9) Freeman, N.A.C.A. Report, No. 430. The Kyoto Imperial University. 京都帝国大学。

(10) Research on the Thrust Ball Bearings.

(11) Tokio SASAKI, Member.

(12) Hisao TAKEYAMA, Associate Member.

(13) Giiti Aoi, Associate Member. The Student of the Kyoto Imperial University. 京都帝国大学学生。

配置して球数を変へるため保持器に入れる鋼球の数を 2906 軸受に於ては 16, 8, 4, 906 軸受に於ては 15, 5, 3 とした。実験は推力荷重 500 kg, 軸回転数 1500 rev/min, GTC No. 300 球軸受グリースの潤滑で行ひ、1 h 運轉後の軸受摩擦及び軸受温度を測定した。又保持器を用ひずに球のみを並べて同様の実験を行つた。第 1 表はその実験結果である。これより球数を減すると軸受摩擦並に軸受温度が増加すること及び保持器を用ひず鋼球を並べたのみの時は保持器を用ひた場合に比し、摩擦温度共に約 10% 程度減少することを知る。

2. 鋼球及び軌道面が極度に高い荷重を受け如き運轉状態に於て、軌道面の仕上が如何に影響するか、又運轉時間と共に如何なる変化を軌道面に生ずるかを調べた。その結果、軌道面に下級紙鈔仕上を施したものは上級紙鈔仕上を施したものに比してグリースの焼付を起しやすきこと、及び何れの仕上を施した場合にも軌道面の破破壊は除々に進行するものではなく、相當時間運轉後突然起るものであることを知つた。

尚又潤滑剤を與へず、鋼球のみを並べて保持器を用ひない運轉状態に於ても同様の実験を行つた。この場合には、上級仕上に於ても下級仕上に於ても短時間に急激な摩擦増加並に温度上昇を示し、同時に軌道面は著しく摩擦を起した。而してその面の変化する状態はグリース潤滑を行つた場合とは全く異なるものである。

3. 紙鈔の粗さを数種取換へて軌道面仕上を行ふ時、各々の粗さに應じて加工時間を如何に分配すれば良結果が得られるかに就て実験した。一つの軌道面の仕上時間を 3 mn とし、粗、中、細 3 種の粗さの紙鈔を用ひ、30 s を単位として 10 種の加工時間の組合はせを取つて軌道面を磨き、その仕上状態を触針型仕上面検査機の記録に依て比較し、如何なる時間分配が效率的なるかを吟味した。その結果として紙鈔の粗なるものの使用時間を短かくし、中、細なるものをその二三倍とした時效率的であることが判つた。その他軌道面の酸化クロムラッピングに関し実験したが、珪磨剤を使用する軌道面のラッピングは目の細かい紙鈔まで充分仕上げた面に施す時初めて効果的であつた。

【昭和 17 年 10 月 22 日受付・本論文は論文集 9 卷 34 号第 1 部 (昭 18-2) に掲載の予定】

第 1 表

	球 数 N	摩擦係数 μ	温度上昇 $t^{\circ}\text{C}$
特別軽荷 重型	16	1.188×10^{-3}	10.2
	8	1.610	12.5
	4	1.758	14.6
	17*	0.967	9.8
	16*	0.914	9.9
單式推力 球軸受	15*	1.031	9.7
	15	1.297	12.3
	5	1.789	13.7
輕荷重型	3	2.126	17.0
	16*	1.164	11.2
	15*	1.102	11.1
單式推力 球軸受	906		

* 印は保持器を用ひない時である

蒸気タービンの段落効率の理論的研究 (第 1 続報)⁽¹⁾

軸 流 ター ビ ン

(昭和 17 年 10 月 18 日 浜松臨時大會講演會に於て講演)

正 員 菅 原 菅 雄⁽²⁾ 正 員 中 村 行 三⁽³⁾

蒸気タービンの段落効率に就ての一般的な理論的計算の結果は、既に「蒸気タービンの段落効率の理論的研究」⁽⁴⁾なる題名の下に発表した。この論文の続報の一として、今回は先づ單回轉の軸流タービンの段落効率に関する研究結果を報告する。依て本論文に於て使用する記号は前論文と同一のものとする。

1. 軸流衝動タービンの段落効率 單段落タービンと多段落タービンの場合とに分けて、各場合の効率に及ぶ諸因子の影響を明らかにした。效率は速度比 $\xi = c_1/w_1$ に関係するばかりでなくノズル出口角 α_1 、動羽根の流出絶対速度 w_2 のタービン軸方向の分速度と流入絶対速度 w_1 のそれとの比 κ_s 、

ノズル速度係数 φ' 及び羽根速度係数 φ に関係する。更に流入及び流出の速度利用率 ϵ_1 及び ϵ_2 に関係する。

今各段落の流出速度が同一で且次の段落に於て流出エネルギーの利用率も同一の場合、即ち多段落タービンの中間の段落を考へる。速度エネルギーの利用率 ϵ_1, ϵ_2 が共に等しく ϵ であるとする。 $\alpha_1 = 14^\circ, \varphi' = 0.96, \varphi = 0.86, \kappa_s = 0.7$ のとき、段落効率 η_o

(1) Theoretical Researches on the Stage Efficiency of Steam Turbines (1st Successive Report). Axial-Flow Turbines.
(2) Sugao SUGAWARA, Member. The Kyōto Imperial University.
(3) Kōzō NAKAMURA, Member. The Naval Engineering College.
(4) 機械學會論文集、8 卷 30 号 11-14 頁 (昭 17-2)。

【昭和 18 年 1 月