

Fig. 15

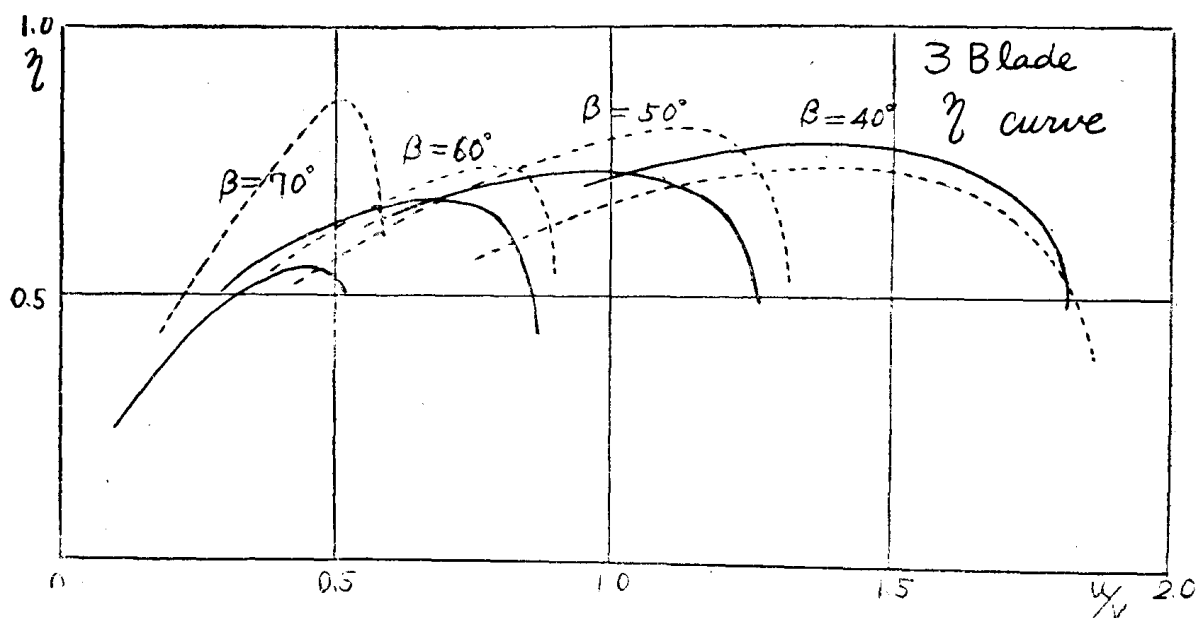


Fig. 16

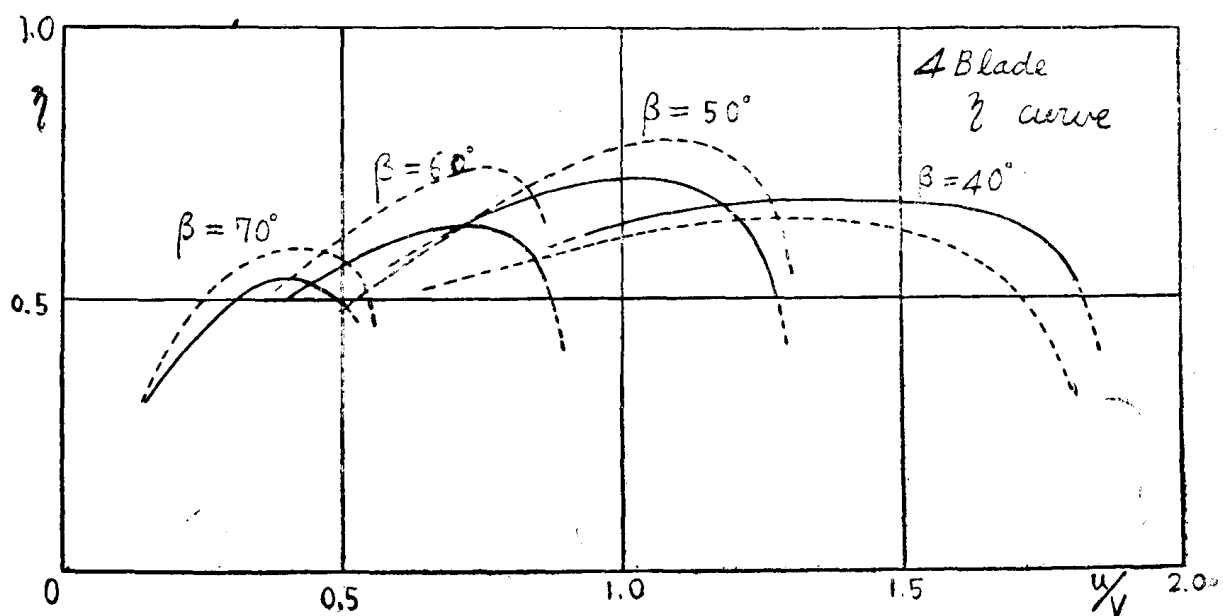


Fig. 17

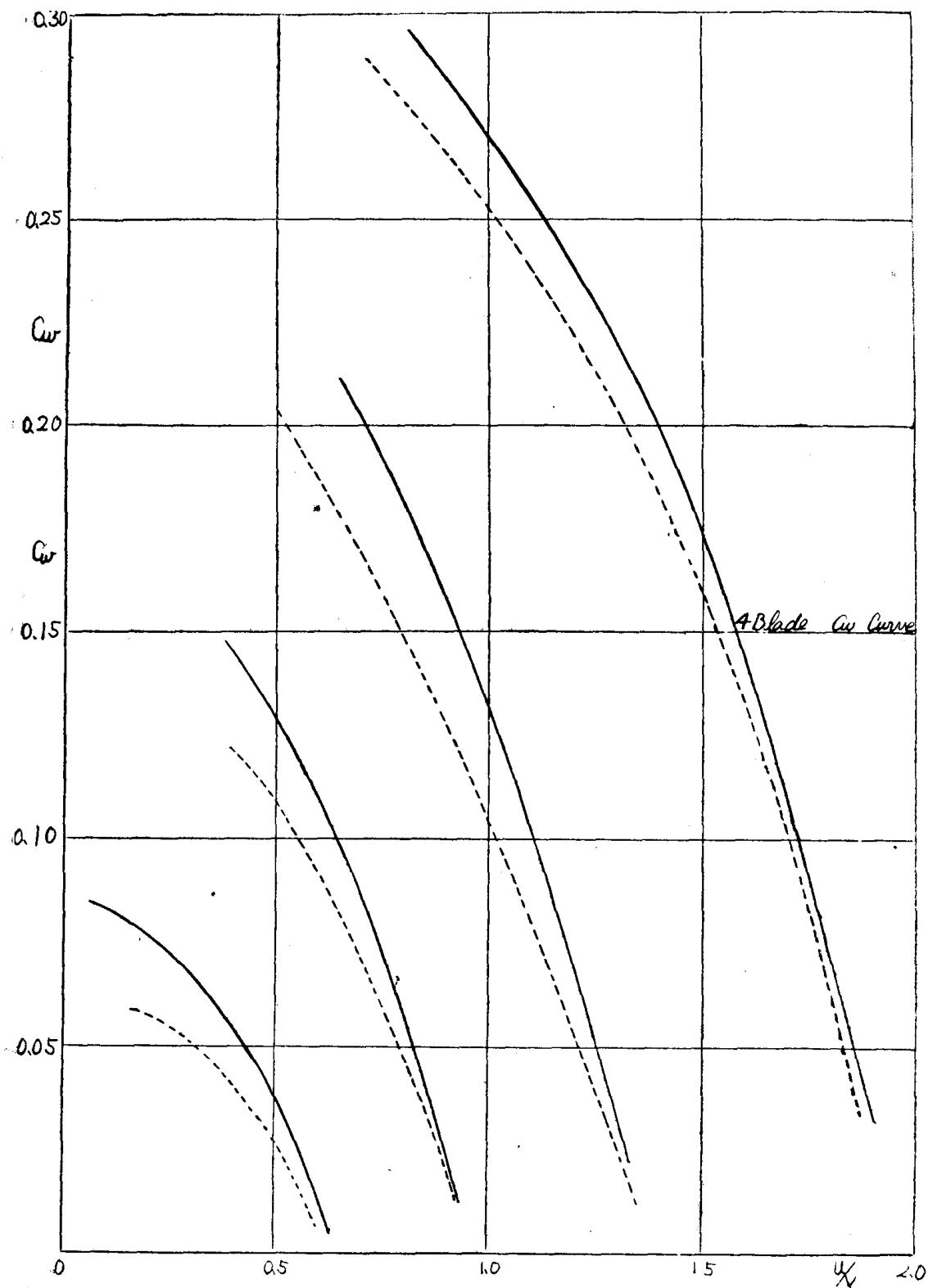


Fig. 14

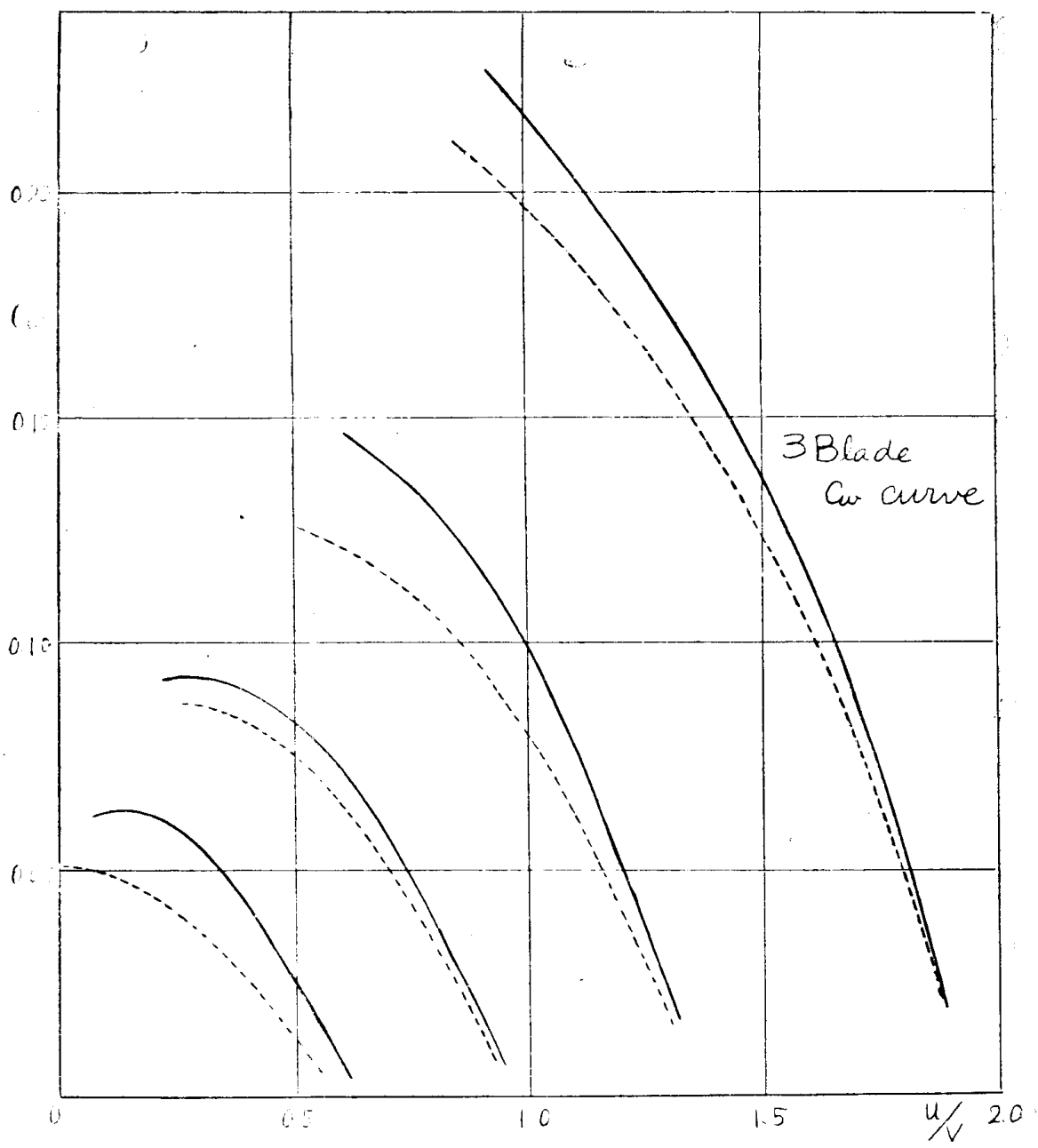


Fig. 13

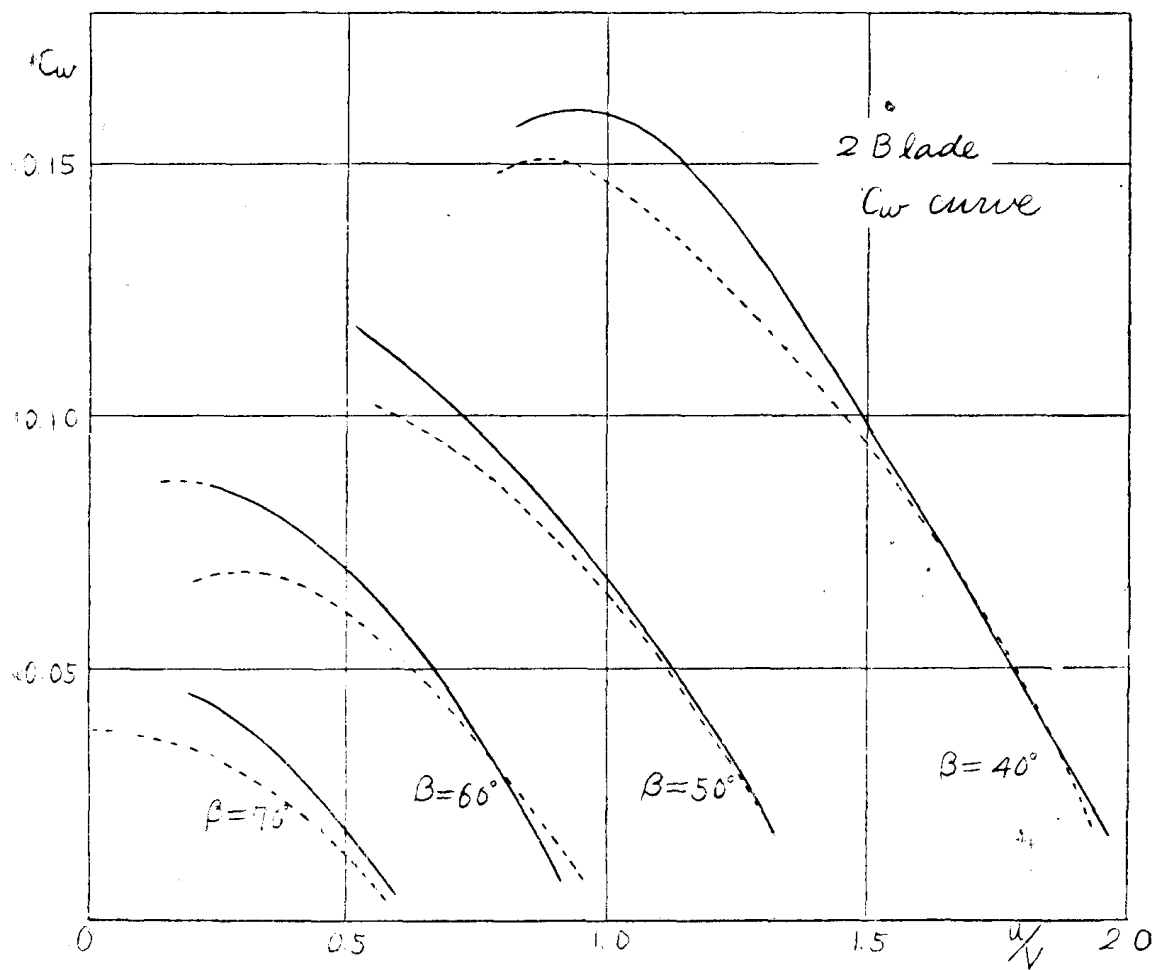


Fig. 12

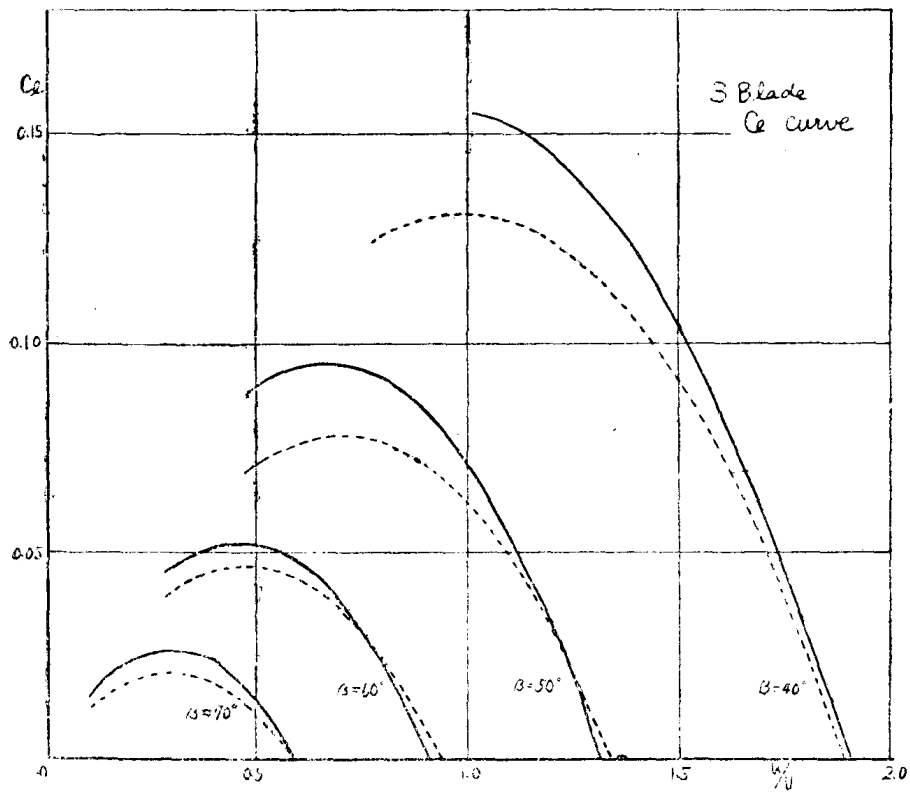


Fig. 10

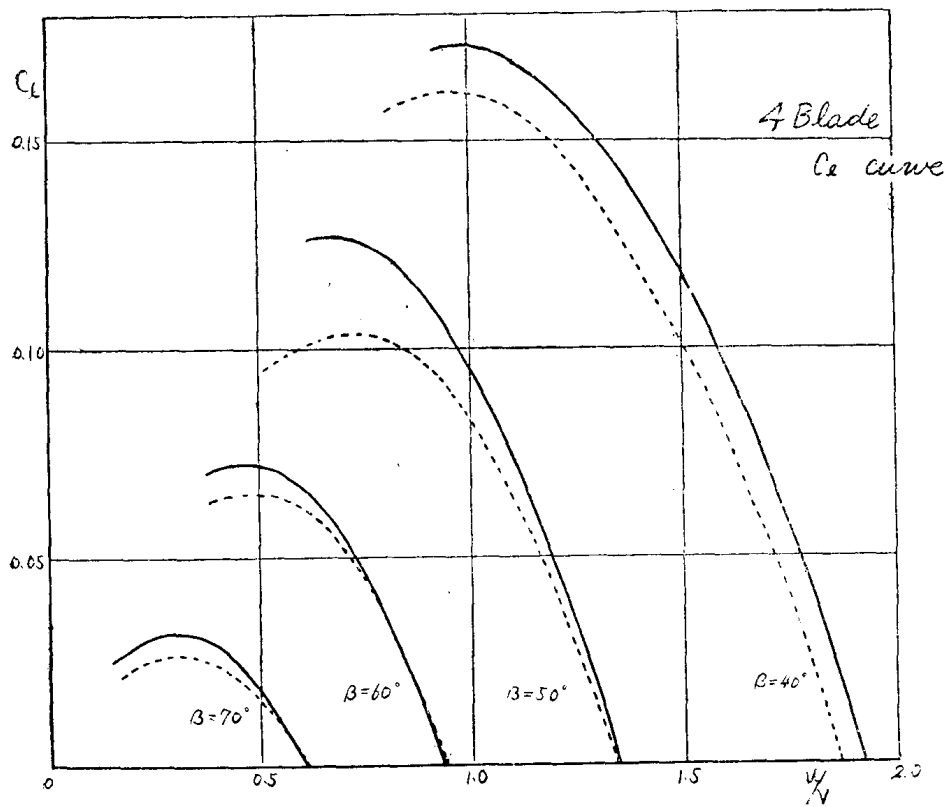


Fig. 11

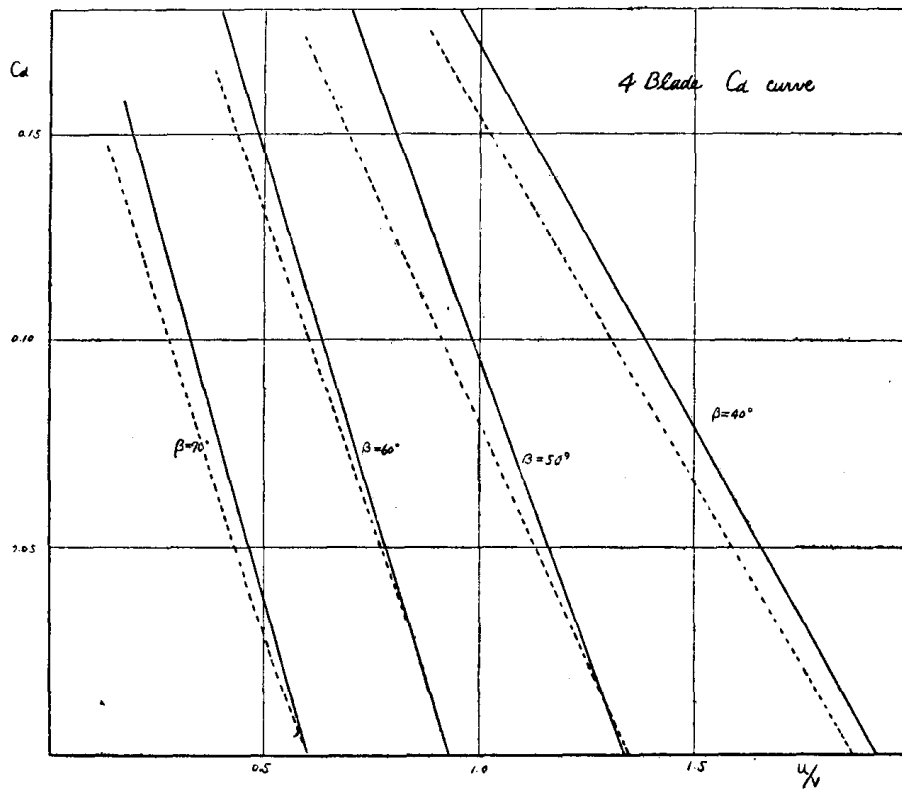


Fig. 8

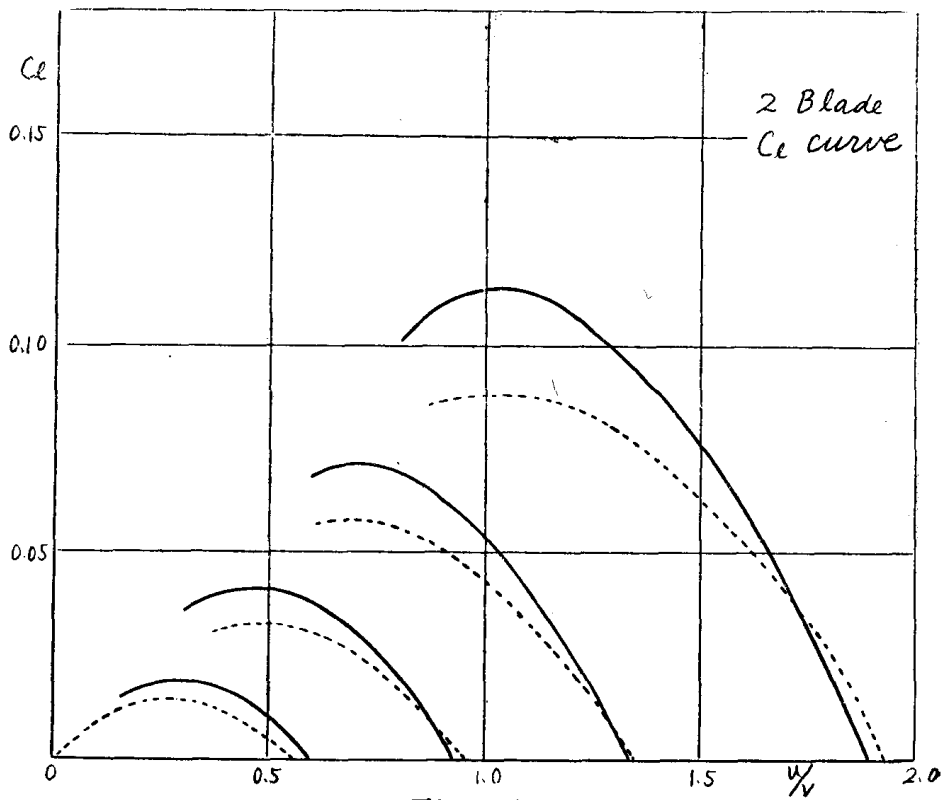


Fig. 9

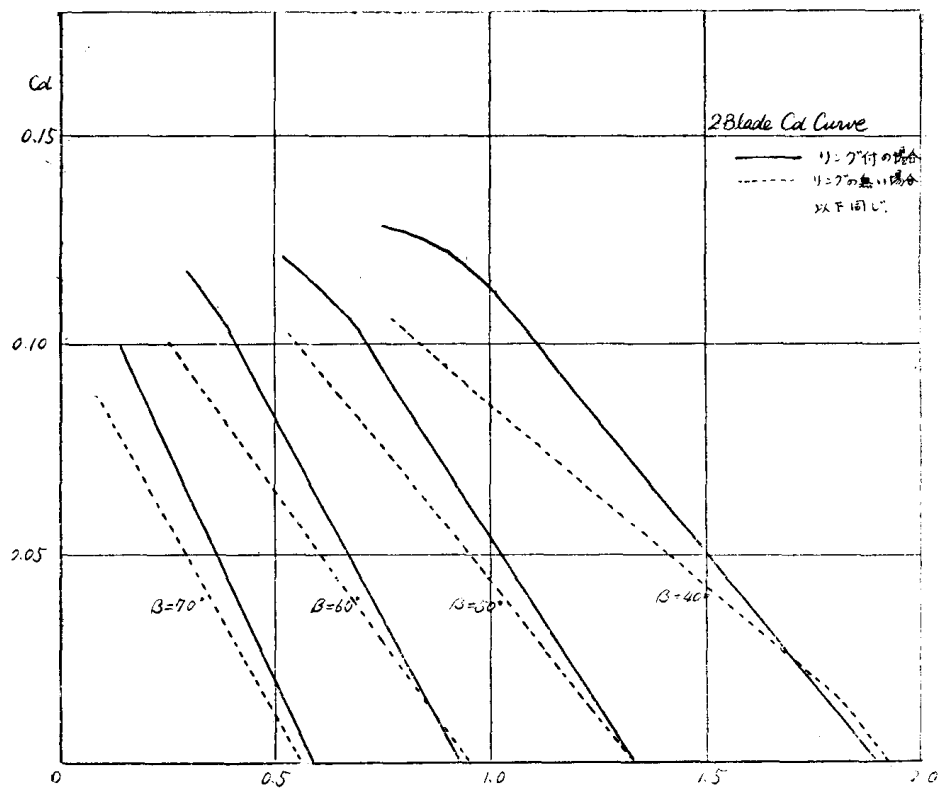


Fig. 6

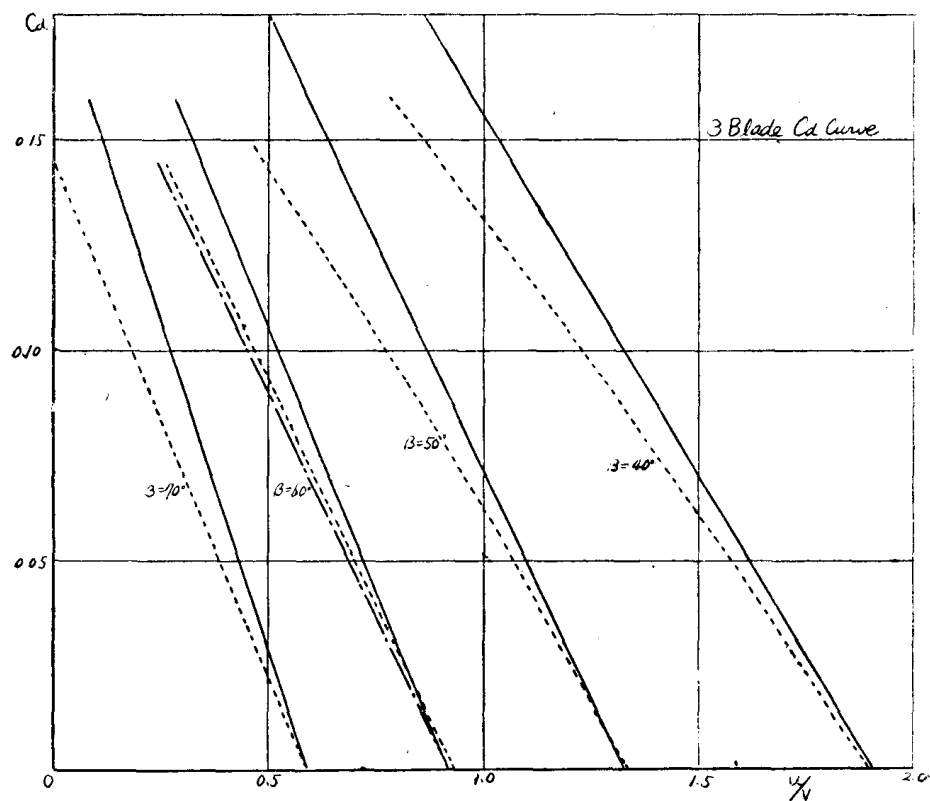


Fig. 7

# 風車実験装置 (1)

(一般図)

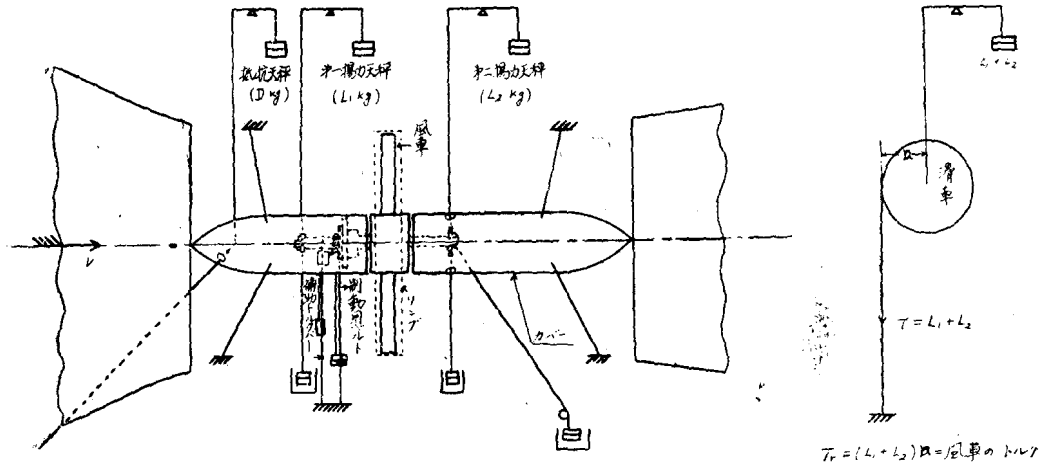


Fig. 4

# 風車測定装置 (2)

(ダイナモメーター)

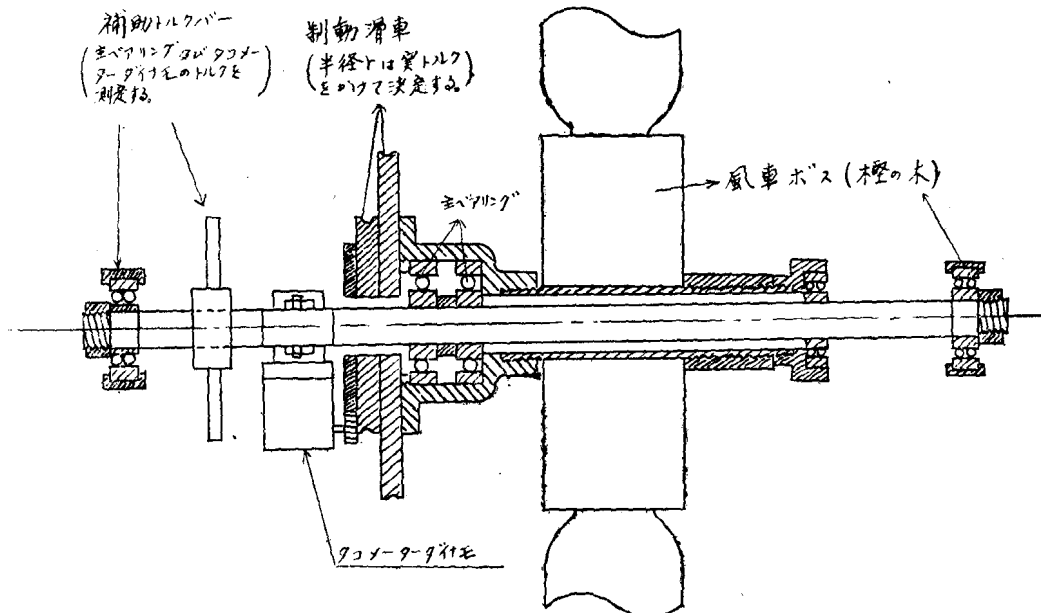


Fig. 5

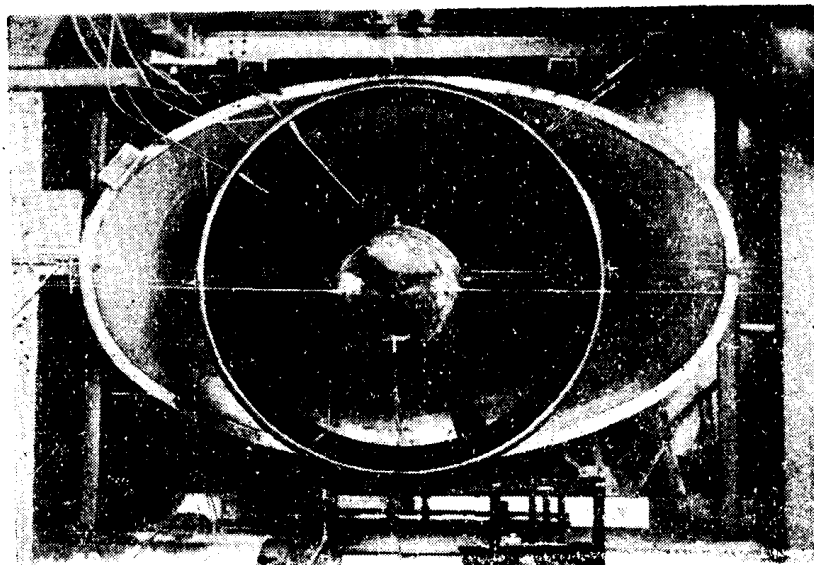


Fig. 1

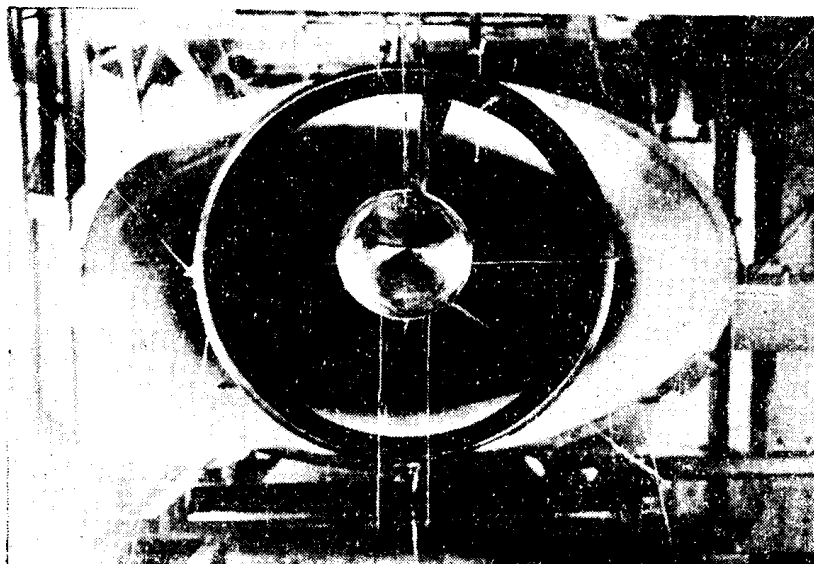


Fig. 2

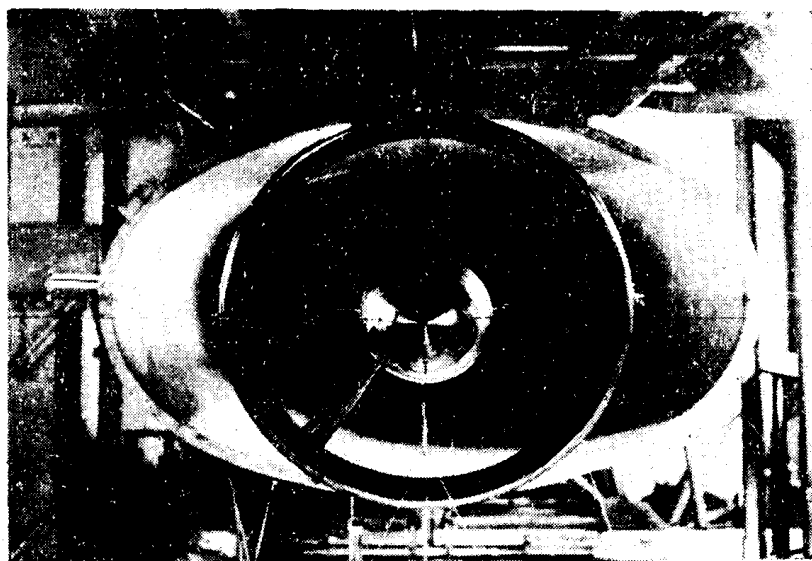


Fig. 3

が、 $C_w$  も亦可成増加する為、効率 $\eta$ は逆に減少を来す場合もあり、その傾向は翼数の減少につれて又取付角度の増大するにつれて大になつて行く様に思われる。

抵抗係数  $C_w$  は、実験に当つて、ボス抵抗の修正値は、翼を取付けない場合のものを、総ての実験結果に用いて整理したもので、翼が取り付けられた場合のボス前方の高压、後方の低压に依るボス抵抗の増加を考慮に入れて居ない。此の為、図に示された  $C_w$  は見掛上、実際よりも大きく現われて居り、従つて、 $\eta (C_l/C_w)$  は過少に見られて居ると考えられる。此の事に就いては、今後尙検討を要する。然し、リングを付ける事に依り、リングの無い場合より抵抗、従つて  $C_w$  が増加する事は確かである。リングの為に  $C_w$  が増加する事に依る $\eta$ の減少は相対的な変化であるから、上述の誤差は入る事は或程度避けられると思われるので、此から考えると $\eta$ が減少するのは或程度真であらう。

## 5. 結 論

上述の結果を綜合して、次の様な事が結論として導かれる。

(1) 風車の先端損失を防ぐ事に依り、風車のトルク、馬力、抵抗は増加するが、此の増加量は翼数の少い程、又一般的に、風車が風に対して平行である程大である。

(2) 風車の抵抗が、リングを付ける事に依り増大するので、翼数の多い風車の場合には、リングを付けると効率は寧ろ低下する。

尙、此の稿を終えるに当つて、終始懇切な御指導を頂いた九大工学部応用力学教室の岩崎松之助助教授及び、実験装置のセットや実験の測定に多大の助力を頂いた同教室の野田政雄、佐田喜一郎の両君に深甚の謝意を表するものである。

## 参 考 文 献

\*Matao Sanuki : Study on Biplane Wind Vanes, Ventilator Tubes and Cup Anemometer.

気象研究所欧文報告 第1巻 第2~4号

Duland; Aerodynamic Theory vol IV

第 1 表  $C_d$  の 増 加 率

翼 数 \ 取付角度	40°	50°	60°	70°
2 B	32.6 %	25.3 %	26.4 %	33.2 %
3 B	19.4 %	22.0 %	12.8 %	26.7 %
4 B	10.0 %	19.8 %	10.8 %	17.1 %

第 2 表  $C_l$  の 増 加 率

翼 数 \ 取付角度	40°	50°	60°	70°
2 B	28.8 %	24.0 %	25.6 %	32.8 %
3 B	19.1 %	21.7 %	11.5 %	27.2 %
4 B	6.8 %	22.1 %	14.0 %	20.4 %

第 3 表  $C_w$  の 増 加 率

翼 数 \ 取付角度	40°	50°	60°	70°
2 B	9.4 %	9.1 %	14.8 %	31.2 %
3 B	10.5 %	21.4 %	9.6 %	59.1 %
4 B	6.6 %	20.5 %	19.2 %	31.0 %

然し上述の増加量は、実験に用いた風車翼が先太であつた為に先端損失の影響が大きく現われたものと思われるから、先細の風車翼の場合には、増加量は更に小さい値を示すものと思われる。

又、(4)式に従つて $\eta$ を計算して見ると、第15、16、17図に示す様に、2翼風車では増加を示して居るが、3、4翼風車の場合は逆に減少を示して居り、 $C_l$  max の所では、第4表に示す様に成る。

第 4 表  $\eta$  の 増 加 率

翼 数 \ 取付角度	40°	50°	60°	70°
2 B	+18.4 %	+15.1 %	+10.9 %	+ 1.2 %
3 B	+ 7.9 %	0 %	+ 2.6 %	-25.8 %
4 B	+ 3.7 %	+ 0.3 %	- 8.1 %	-11.6 %

此の結果から見ると、リングを付けた場合は、 $C_d$ 、 $C_l$  は共に増加する

実験は、2、3、4 翼の各風車の 75 % 半径に於ける取付角  $40^\circ$ 、 $50^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $70^\circ$  について夫々行われ、リング内壁と、風車翼端との間隔は、平均して、取付角  $40^\circ$  では 13.6 mm、 $50^\circ$  で 14.5 mm、 $60^\circ$  で 17.0 mm、 $70^\circ$  で 18.1 mm であつた。取付角度の低い所では風車翼の先端がリング壁に触れる恐れがあるので行わなかつた。

風速は、風洞吹出口の根本の静圧を、Göttingen 型 マノメーターで測定し、風車の回転数を測るにはタコメーター・ダイナモの起電力をメーターで測定したが、此は予めオッシログラフで修正して置いたものである。

測定したものは揚力  $L$ 、及び抵抗  $D$  で、抵抗は抵抗天秤で、揚力  $L$  は、第一揚力天秤の読み  $L_1$  と、第二揚力天秤の読み  $L_2$  の和として求めた。

此の風車動力計には、第 5 図に示す様に第 Ⅱ トルク棒がついて居り、軸は自動調心ベアリングで両端を支えられ、自由に回転出来る様にしてあり、主ベアリング及びタコメーター・ダイナモに依り吸収される風車のトルクも、併せて測定出来る様に成つて居る。従つて本実験で測定されたトルクは、比較的誤差の少ないものと考えられる。

#### 4、実験結果の整理及び検討

此の様にして測定された揚力  $L$ 、抵抗  $D$  から (1)、(2)、(3) 式に依り、 $C_d$ 、 $C_l$ 、 $C_w$  を計算し、 $u/V$  を横軸にとつて図に書き、此をリングを付けない場合のそれと比較して見た。

結果は第 6、7、8、9、10、11、12、13、14 図に示す様に、リングを付けて先端損失を防止した場合は、リングを付けない場合に較べて  $C_d$ 、 $C_l$ 、 $C_w$  とも可成の増加を示し、その増加量は最大馬力を示す  $C_l \max$  の所では次表の様に成る。(第 1、2、3 表)

而して此の増加の傾向は翼数が減少するにつれ、又一般に取付角が増大するにつれて大になるが、此は従来のプロペラ理論からも予想される通りの傾向である。

## 2、記 號

Q; トルク (kgm)=(La)

P; 馬 力 (kgm/sec)

D; 抵 抗 (kg)

Cd; トルク係数 $=\left(\frac{Q}{\frac{1}{2}\rho V^2 SR}\right)\cdots\cdots\cdots (1)$

Cl; 馬力係数 $=\left(\frac{P}{\frac{1}{2}\rho V^3 SR} = Cd \frac{u}{V}\right)\cdots\cdots\cdots (2)$

Cw; 抵抗係数 $=\left(\frac{D}{\frac{1}{2}\rho V^2 S}\right)\cdots\cdots\cdots (3)$

$\eta$ ; 効 率 $=\left(\frac{P}{DV} = \frac{Cl}{Cw}\right)\cdots\cdots\cdots (4)$

V; 風 速 (m/sec)

B; 翼 数

R; 風車の半径 (=0.5m)

S; 風車断面積 ( $=\pi R^2 m^2$ )

$\rho$ ; 空気密度 (kgm<sup>3</sup>/sec<sup>2</sup>)

u; 風車翼の先端速度 (m/sec)

a; トルクアーム (=0.0613 m)

$\omega$ ; 風車の回転角速度 (rad/sec)

## 3、實 験 装 置

此の實驗は、九大工学部応用力学教室の 2.5 m×1.5 m の楕円型吹出口を有する Göttingen 型風洞で行われた。使用した装置は、同教室の岩崎氏が、風車の性能實驗に使用されたもので、風車翼の断面は Göttingen 623 である。又風車の半径は、ボス中心から測つて 0.5 m、翼体はマホガニー製でジュラルミンの翼根を有し、此を桎製のボスの中に嵌め込み、取付角度を自由に変え得る様に成つて居る。此の風車を、第 1、2、3、4 図に示す様に木製の内径 1 M025 mm、巾 300 mm のリングの中で回転させた。此のリングは風車に触れない様に、風車とは別に吊つてある。

# 風車の先端損失について (第一報)

田 中 豊

## 1. 緒 言

風車又はプロペラ型風速計に、リングやベンチュリー管等を取り付ける研究が、従来行われて来て居る。例えば、佐貫氏\* はベンチュリー管を取り付けた風車の性能を測定し、此に依り得られる馬力の増加が非常に大である事を報告して居られるが、實際此の型の風車が実用に供せられて居る。又同論文の中に、リングを取り付けた、プロペラ型風速計に就いても述べて居られる。

此のベンチュリー管の効果は、二つの原因に基くものと考えられる。即ち、ベンチュリー管の取込口の断面積を、風車面でのそれよりも大にする事に依り、風車面の風速を増加する事及び、ベンチュリー管に依り風車の先端損失が防がれる事である。筆者は、此の二原因を分離して、各々の効果を確めて見度いと思ひ、其の後者即ち先端損失に就いて二三の実験を行つて見る事にした。

三次元翼やプロペラ、風車等回転翼に於ては、その先端を回つて翼の上下面の圧力が等しく成ろうとする為に、循環の損失、所謂先端損失を生ずる。従つて、風車翼の先端に、端板又はリングを近接して取り付けると、流れの回り込みが少く成り、循環は殆んど翼の先端迄充分に分布し、翼の揚力、従つてプロペラのトルク、馬力、抵抗を増大するものと考えられる。然し、風車の先端損失の実験的研究は、筆者の知る限りでは未だ行われて居ない。故に、筆者は2、3、4翼の各風車にリングを付け、その先端損失を防止して、そのトルク、馬力、抵抗の各係数を計測し、リングを付けない場合のそれと比較して見た。