

損失のある翼列の流について

軸流回轉機の研究(第6報)⁽¹⁾

大塚新太郎

(1948年5月27日受理)

理想流體において、第1圖のごとく、翼列における流がその無限前方で V_0 、無限後方で V_1 である場合、各翼に働く力は速度線圖における平均速度 $V_{0.5}$ に垂直であることはよく知られた事實である。

$$F = \rho V_{0.5} \Gamma \quad (1)$$

但し F : 1枚の翼に働く力

ρ : 密度

$\Gamma = w_1 a$: 循環

w_1 : 切線方向誘起速度

a : 翼の刻み

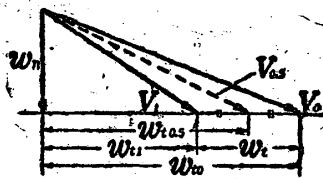
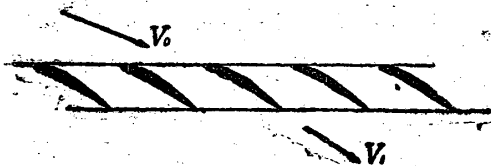
F の翼列方向、及びそれに垂直方向の分力を F_t 、 F_n とすると

$$F_t = \rho w_n \Gamma \quad (2)$$

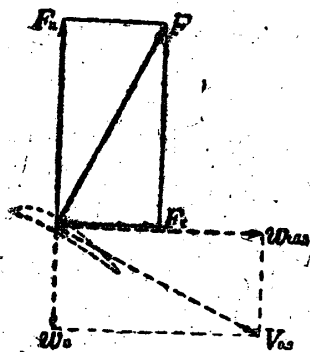
$$F_n = \rho w_{10.5} \Gamma \quad (3)$$

但し w_n : 翼列に垂直方向の分速度

$w_{10.5}$: $V_{0.5}$ の切線方向の分速度



第1圖



第2圖

となることも明である。

この場合、力の関係と、速度の関係を書いてみると第2圖のようになる。速度の矩形と力の矩形とは相似で且直角だけ方向が違っている。

では流に損失がある場合にはどうなるであろうか。第3圖のごとく、翼列の無限前方及び後方で V_0 、 V_1 なる速度を有する場合を考える。之は第1圖の場合と同じであるが、この場合、この様な速度を生ずる適當なる翼列をとつて考えたというだけのことであつて、第1圖の形の翼列に損失ある流體が働いたときのことを考えているのではない。第1圖の翼列の形と、第3圖の翼列の形とは別物である。

第3圖の斜線の部分の如く、翼列方向に a なる隔りを有する二面と、翼列の前後 ∞ における翼列に平行なる二面とでかこまれた領域に運動量の法則を用いると

$$F_n = (p_1 - p_0) a \quad (4)$$

p_0 、 p_1 : 翼列の無限前方及び後方における壓力

$$F_t = \frac{M}{g} w_1$$

M : 毎秒の流量

$$\frac{M}{g} = \rho a w_n$$

であるから

$$F_t = \rho a w_n w_1 \quad (5)$$

一方循環はその定義によれば、流に損失のある場合においても

$$\Gamma = w_1 a \quad (6)$$

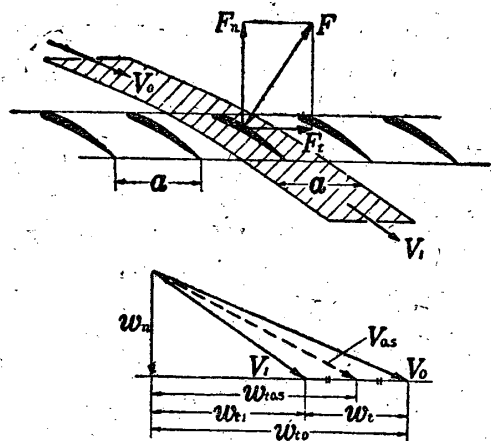
となる。故に(5)は

$$F_t = \rho w_n \Gamma \quad (7)$$

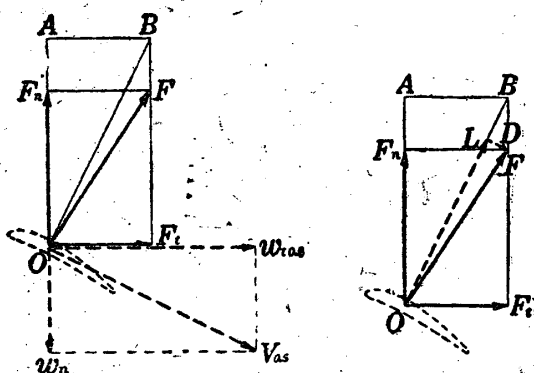
之は(2)式と同一である。

さて翼列は一つのディフューザー又はノズルと考えることができる。今第3圖の場合のように減速流翼列の場合においてはディフューザーと考えられるので、その効率を η とすると

$$p_1 - p_0 = \rho \eta \frac{1}{2} (V_0^2 - V_1^2)$$



第3圖



第4圖

第5圖

となる。速度線圖の關係より之を書きなおすと

$$p_1 - p_0 = \rho \theta w_{10.5} w_1$$

之を(4)に代入し、更に(6)を用いれば

$$F_n = \rho \theta w_{10.5} \Gamma \quad (8)$$

この式と(3)式とを比べてみると、流に損失のある場合の F_n は、同一速度線圖の成立する理想流體の場合より小さくなることが分る。(但し減速流の場合) 第2圖と同じく力の關係と速度の關係を畫いてみると、第4圖のようになる。 $\overline{OA} = \rho w_{10.5} \Gamma$ とすると、 \overline{OB} が理想流體の場合の翼に働く力で、之が $V_{0.5}$ に垂直なのである。損失ある場合の翼に働く力 F は圖のように \overline{OB} より流の方向に傾き、且それより小さい。

さてこの F を單葉翼の場合と同じように、揚力と抗力に分けることを考えると、これにはいろいろやり方があるようである。ここでは簡単に $V_{0.5}$ に垂直な成分を揚力 L 、平行な成分を抗力 D 、と考えることにする(第5圖)。

$$L = \frac{1}{2} \rho V_{0.5}^2 t C_z \quad (9)$$

$$D = \frac{1}{2} \rho V_{0.5}^2 t C_x \quad (10)$$

t : 翼弦長

と表すことにする。

従來この揚力 L を

$$L = \rho V_{0.5} \Gamma \quad (\times)$$

と考へているのをよく見掛けたが、之は以上より明なる如く誤である。

第5圖より C_z, C_x の値と η の關係を簡單にもとめられる。矩形 OAB と速度の矩形との相似性を用いて L, D の \overline{OA} 上への射影を考へると

$$F_n = L \frac{w_{10.5}}{V_{0.5}} - D \frac{w_n}{V_{0.5}} \quad (11)$$

又

$$\overline{OB} = L + D \frac{w_{10.5}}{w_n}$$

であるから

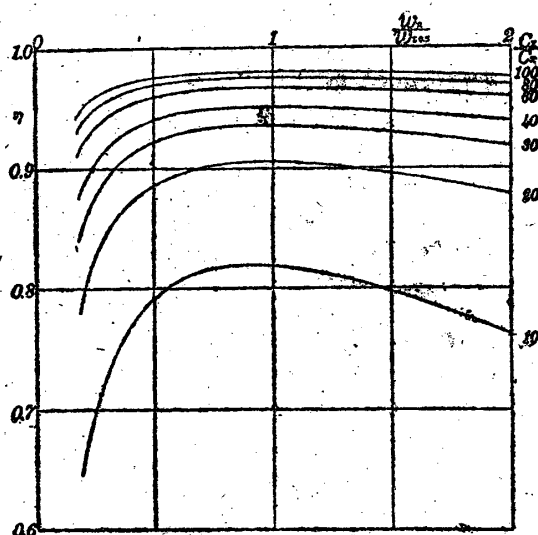
$$\overline{OA} = \left(L + D \frac{w_{10.5}}{w_n} \right) \frac{w_{10.5}}{V_{0.5}} \quad (12)$$

$$\eta = \frac{F_n}{\overline{OA}}$$

であるから(11), (12)より

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{L - D \frac{w_n}{w_{10.5}}}{L + D \frac{w_{10.5}}{w_n}} \\ &= \frac{C_z - \frac{w_n}{w_{10.5}}}{C_z + \frac{w_{10.5}}{w_n}} \quad (13) \end{aligned}$$

η は翼列の效率ともいえるものであつて、軸流送風機の羽根は翼列とみなしうと思うから(2) (13) 式は



第6圖

軸流送風機の效率を知るのに大に役立つであろう。第6圖に色々な場合の η の値をかかげておく。

更に第5圖より Γ と C_z, C_x の關係をもとめてみ

よ。L, D の F_t 上への射影を考えてみると、

$$F_t = L \frac{w}{V_{0.5}} + D \frac{w_{t0.5}}{V_{0.5}}$$

之に (7), (9), (10) を代入すると、

$$\Gamma = \frac{1}{2} V_{0.5t} C_x \left(1 + \frac{C_x}{C_z} \frac{w_{t0.5}}{w_i} \right) \quad (14)$$

となる。単純に考えて

$$\Gamma = \frac{1}{2} V_{0.5t} C_x \quad (\times \times)$$

としているのを見かけるが、之は (×) 式と同じく誤である。

翼列理論を軸流送風機などの設計に應用する場合、その抵抗を充分考へ入れないと誤をおかすことをのべてみた。

(14) 式より明なるように、循環は揚力のみによつて定まるものでなく、抗力によつても影響されることに

注意すべきである。特に翼が「ねている」場合には、 $\frac{W_{t0.5}}{W_n}$ の値が大になるから、 Γ に対する C_x の影響は大になる。

文 献

(1) 軸流回轉機の研究

第1報 タービンの中の流體の流れ方について

航研イ報 241號

第2報 任意無限薄翼列の一解法

航研イ報 246號

第3報 反りも厚みも小なる任意無限翼列の一解法

航研イ報 246號

第4報 軸流回轉機と翼列の關係

理工研報告 第1巻 7.8號

第5報 平板翼列の一つの性質

理工研報告 2巻 じ.4號

(2) 前掲第4報参照

金 屬 壓 延 板 の 硬 度

村 川 梨

(1943年6月11日受理)

1. ま え が き

金屬壓延板の低温焼鈍効果をしらべる際に、その硬度のデータが必要になるとがある。加工金屬の低温焼鈍については既に山田史郎氏¹⁾の精密な抗張力の測定結果(抗張力の大小と硬度の大小とは平行している場合がかなり多い)が發表されているが、あらゆる合金を網羅しているのではないので、りん青銅をはじめとしてここで問題になる合金の硬度を測定した。壓延板の硬度はピッカース硬度が最も適當していることは常識的事實である。以下述べる測定結果も全部ピッカース硬度に関するものである。

2. 硬度計の使用範圍

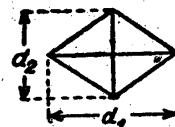
ここで使用したピッカース硬度計は一つは本館の地下室にあるもの(これを硬度計Aと名付ける)と、他の一つは4號館にあるもの(これを硬度計Bと名付ける)とで、いずれも明石製作所製のものであつた。但しこの報告で發表するデータは第3圖の一部を除いては全部硬度計Bによるものである。周知のように、

ピッカース硬度は、ダイヤモンドの先端を金屬面におしつけて得られる壓痕の二つの對角線の長さの平均値を d とし、荷重を W とすれば、

$$\text{硬度} = 1.854 \times W/d^2$$

によつて定義されるものである。所が、壓延板の場合には、二つの對角線の長さが著しく異なることがある。そこで對角線が \parallel 方向又は \perp 方向に平行になるように壓痕を作つた場合(第1圖参照)、 d_1, d_2 を上式に代入して得られる硬度を夫々 \parallel 方向及び \perp 方向の硬度と定義すれば(これは本來の硬度の定義には少し反するけれど)便利である。同様に壓延方向と或る角

← 壓延方向 →



第1圖 \parallel 方向及び \perp 方向の硬度の測定における壓痕