



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



直線翼列内の流れとその流線追跡について(第1報)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-07-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 奥田, 教海, 一場, 久美, 堅田, 豊 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3564

直線翼列内の流れとその流線追跡について (第1報)

奥田 教海・一場 久美・堅田 豊*

On the Two-Dimensional Cascade Flows and the Visualizations for their Stream Lines, Part 1

Kyōkai Okuda, Hisayoshi Ichiba
and Yutaka Katada

Abstract

The authors present one of the theoretical and experimental studies on the two-dimensional, straight-line profile cascade flows and the visualizations for their stream lines.

The theoretical method to search cascade flow used in this report is a combination of Shimizu's method and the authors' method.

As for the tested airfoil, R.A.F. 6-E sections are used in the cascade tunnel.

The main results of this report are as follows:

- a) The stream lines through straight-line profiles in cascade can be calculated and drawn by means of this theoretical method.
- b) The method has the advantage of the precise visualization of flow patterns around the straight-line profiles since the stream lines are calculated with the boundary conditions on the surfaces of the profiles.
- c) When we compare calculated pressure distributions on the surfaces of R.A.F. 6-E profiles in cascade with the pressure distributions on the profiles in the experiments, both data are similar satisfactorily.

1. 緒 言

直線翼列内流れにおいて、翼列翼の力学的特性を追求した論文は数多いが、翼列を通過する流体の流線について論究したものは余り見受けられない。そこで翼列内流れの力学的特性を特異点法による清水の方法¹⁾で算出し、またそれを基にして翼列内流れの流線を筆者の方法²⁾で誘導算出したので、それらの結果について報告する。なお計算結果の一部は翼列実験装置(次の節参照)から得られた結果と比較している。

2. 実験装置と実験方法

本実験に使用した装置の概略を図-1に示す。風洞は最大吹出口面積 600×200 mm の低速翼列風洞で最大 40 m/sec を与えることができる。

* 北海道開発庁

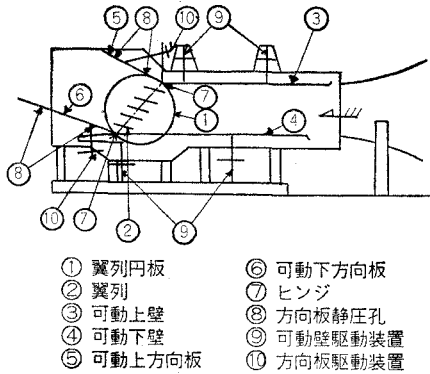


図-1 翼列実験装置概略

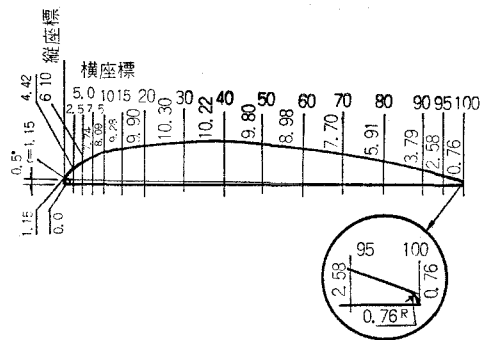
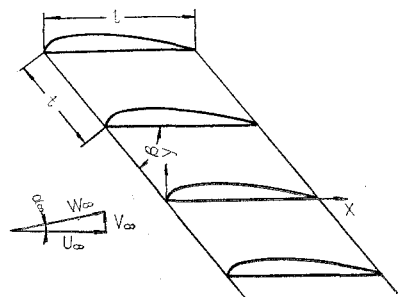


図-2

翼列内流れの流入角は①なる円板に翼型試片②を所定の角度に取付けたまま円板全体を回転することにより変えられる。導入部の上下壁③および④は最適の流入条件が得られるように上下および前後に移動できる。上および下の方向板⑤と⑥はヒンジ⑦により方向板についている静圧孔⑧の静圧を調整することにより無限翼列に近ずかせることができる。供試翼型は図-2に示す圧縮機用の R.A.F. 6-E 翼型で弦長 100 mm, 縦横比 2, 翼枚数 5~11 枚である。

実験に必要な流れの二次元性は、実験誤差内で充分であることを次の事項について確かめてある。すなわち上下壁の影響による翼の枚数, 側壁の影響による軸流速度比, 方向板の影響による翼列後方無限速度方向および速度分布についてである。

翼表面圧力分布は翼列中央の測定翼に 21 点の静圧孔を設けゲッチング型マノメーターにより測定した。翼列内の実測流線測定に必要な速度の方向の測定は翼面に垂直に取付けた薄板の表面に 0.3φ の鋼線を垂直に植え込み鋼線の先に 0.1φ の絹糸をつけ絹糸の方向を写真撮影して求めた。



3. 翼列翼の力学的特性

3-1. 翼型寸法の表示

翼型寸法の表示は、ある調和分析の方法³⁾によるフーリエ級数によった。この方法は級数項を多くとればとる程精度がよくなる方法である。

3-2. 翼列翼の力学的特性

翼列翼は図-3に示すように翼そり線に沿って分布したうずならびに吹出しによって置き換えられるものとする。このようならびに吹出しによって翼

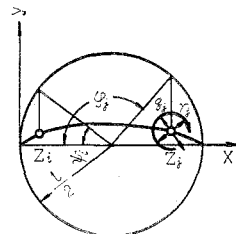


図-3

列の翼そり線上の任意の点 z_i に誘導される速度 $w(z_i)$ はつぎのように表わされる。

$$w(z_i) = u - iv = \frac{1}{2l} \int [q(z_j) + i\gamma(z_j)] F(z) dz_j \quad (1)$$

$$F(z) = -ic^{4\beta} \coth \left(-ic^{4\beta} \pi \frac{z_i - z_j}{t} \right) \quad (2)$$

ここに $\gamma(z_j)$, $q(z_j)$: 翼そり線上の任意の点 z_j に分布したうずならびに吹出し分布,

β : 翼取付角, t : ピッチ, l : 翼弦長 である。

式(1)のうずおよび吹出し分布は, それぞれを直接未知数として割合簡単なプログラムで電子計算機を用いて求めることができる清水の方法¹⁾で算出した。このうずおよび吹出し分布から翼列翼の力学的特性を計算することができる。その計算例として流入速度に関する翼面圧力分布の計算結果と実験結果とを比較したものを図-4に示す。図中の○印が実験値, 実線が理論値である。また図-5に理論干渉係数を示す。

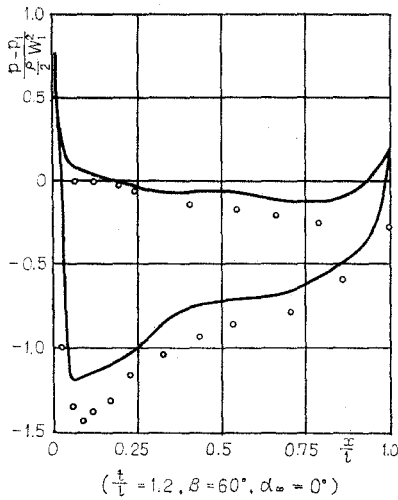


図-4

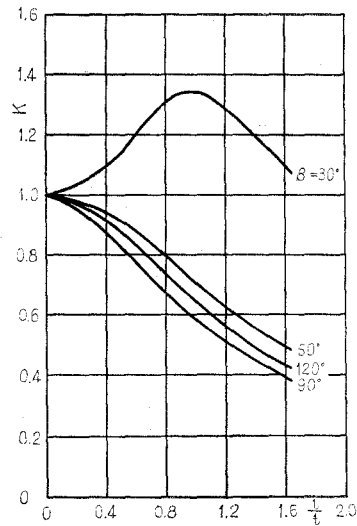


図-5

4. 翼列内流れの流線

4-1. 翼列内流れの速度の方向

翼列内の任意の格子点 $z (= x + iy)$ における速度の方向 θ は式(1)の z_i を z とおくことによりつぎのように表わされる。

$$\theta = \arctan \left(\frac{V_\infty + v}{U_\infty + u} \right) \quad (3)$$

ここに U_∞, V_∞ : 翼列内流れの流入速度のベクトル平均速度 W_∞ の x 成分, y 成分である。その計算例を図-6に示す。

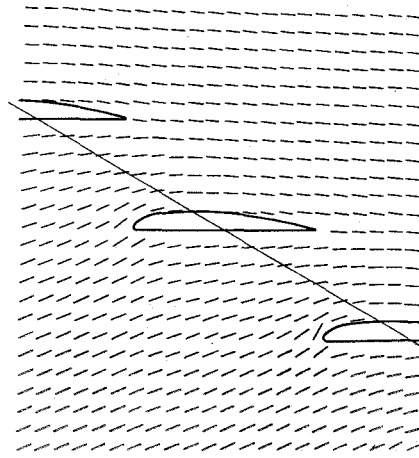


図-6

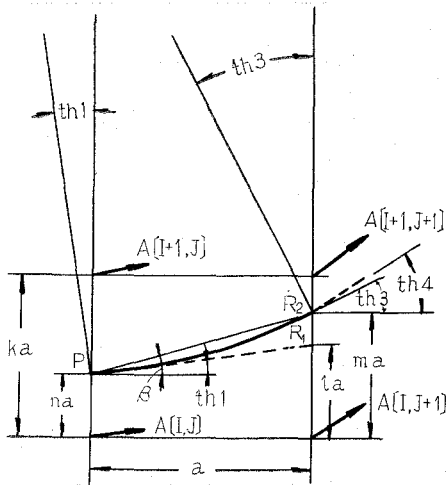


図-7-a

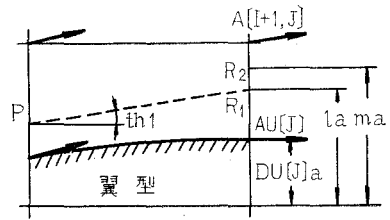


図-7-b

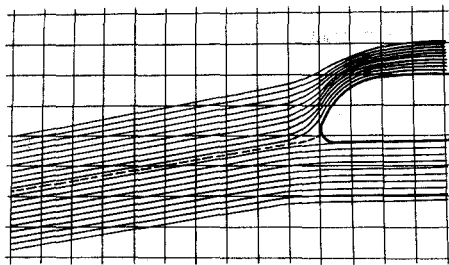


図-8

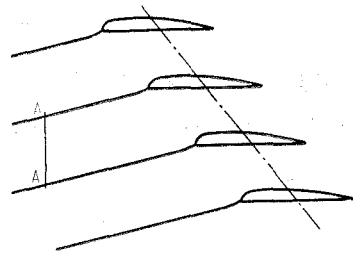


図-9

4-2. 翼列内流れの流線

流線の誘導算出方法²⁾は、図-7-aのように縦線上の任意の点 P を通る流線が次の縦線と交わる点 R_2 を求めることに着目する方法である。それは曲線 PR_2 を円弧によって近似し、流線を全体として曲率半径の異なる円弧の連続した曲線とみなす。点 R_2 を求めるには、「 P, R_2 を通る円弧を描き P, R_2 における円弧の接線が縦方向に隣接する格子点の流れの方向より求められる P, R_2 点の流れの方向を示す線と一致するようにする」という方法による。図-7-bに翼型表面境界条件を与えた場合を示す。

図-8に背面流れと腹面流れの境界流線を破線で示す。翼列ではその境界流線は図-9のように描かれる。ここで隣接する翼の境界流線間の流れはすべての翼間で同一であるため、1組の隣接する境界流線間の流線を求めることにより翼列のまわりの流線を描くことができる。図-10、図-11に計算例を示す。図中実線は理論流線、特に図-10の破線は実験より得た実測流線である。

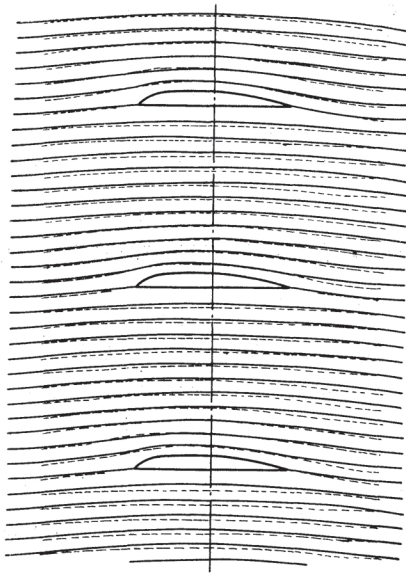


図-10

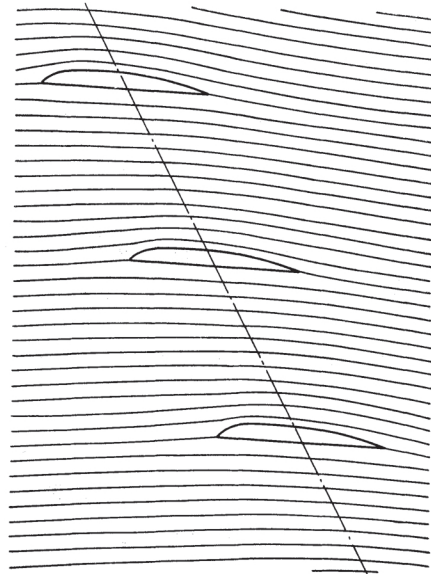
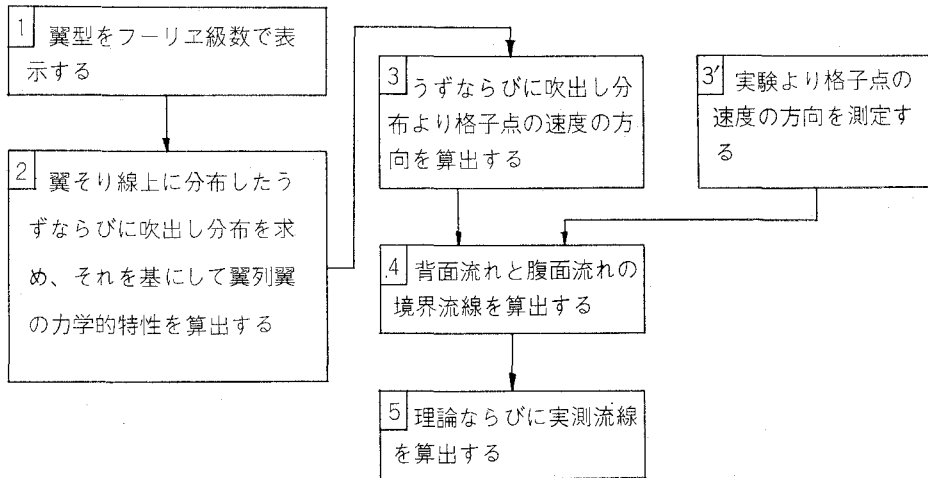


図-11

5. 翼列翼の力学的特性と流線を算出するプログラムのためのフローチャート

次にそのフローチャートを示す(次頁)。

フローチャート



6. 結 言

この報告はつぎのようにまとめることができる。

- 1) 翼列内流れの流線を本報告の方法で精度よく誘導算出することができる。
- 2) 翼型表面の境界条件を与えて流線を算出するので、翼型近傍の流線をより精度よく求めることができる。
- 3) 清水の方法¹⁾で R.A.F. 6-E 翼型からなる直線翼列内流れの力学的特性を計算し、実験値と比較したところ、かなりよく近似していることがわかった。

終に当時実験遂行に協力頂いた流体工学実験室の海鉦武司，魚住栄治，高橋敏則，久保田浩文の諸氏ならびに当時学生の梶原修三，元木保男，荒井優二，山本正秀の諸君に深甚なる謝意を表す。

また計算実施に当り尽力下さった室蘭工業大学電子計算機室および北大大型計算機センターの各位に心から感謝の意を表す。

(昭 47. 5. 20 受理)

文 献

- 1) 清水・岩崎： 日本機械学会論文集，**37**，297 (1971, 5)，983 頁。
- 2) 奥田： 室蘭工業大学研究報告 (理工編)，**6**，2，(1968)，429 頁。
- 3) 安部： 実用フーリエ級数 (森北出版)，(1969)，281 頁。