

## 重合格子法を用いた公転する翼まわりの流れの解析 Flow analysis around revolving wings using Overset Grid Method

和田 耕一 電通大院、東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1、E-mail:wada-k@kuroda.mce.uec.ac.jp  
 小笠原 和也 電通大院、東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1、E-mail:oga-k@kuroda.mce.uec.ac.jp  
 黒田 成昭 電通大、東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1、E-mail:kuroda@uec.ac.jp

Koichi Wada, Univ.of Electro-Communications,chofugaoka 1-5-1,Chofu-shi,tokyo,182-8585 Japan  
 Kazuya Ogasawara, Univ.of Electro-Communications,chofugaoka 1-5-1,Chofu-shi,tokyo,182-8585 Japan  
 Shigeaki Kuroda, Univ.of Electro-Communications,chofugaoka 1-5-1,Chofu-shi,tokyo,182-8585 Japan

Flow around revolving wings in a uniform flow was studied by using the two-dimensional finite difference calculation based on MAC method with overset grid system. The numerical simulation was carried out at Reynolds number  $Re=100$  and tip speed ratio is 1.0. The flow patterns and torque fluctuations are investigated numerically.

### 1. 緒論

流体中に置かれた移動物体周りの流れは工学的見地における重要さから、多くの研究者により様々な研究が行われてきた。数値解析においては移動問題を解析する場合、差分法では格子の再分割が必要になるなど計算に困難が伴う場合が多かった。<sup>(1)</sup>そこで、移動問題解析や複数物体周りの解析を行う場合物体一つ一つに格子を張り計算を行う重合格子法を用いることにより、移動時の格子再形成の煩雑さや任意の個数での格子形成の労力の軽減が期待できる。

本研究ではダリウスタービンのような公転する翼回りの流れ場を計算し重合格子法の移動問題における有用性を調べた。

### 2. 解析方法

#### 2.1 解析モデル

解析モデルを fig.1 に示す。翼は一定の角速度で回転する。翼の枚数(N)は 1 枚か 2 枚で、二枚のときの配置は点対称の位置である。

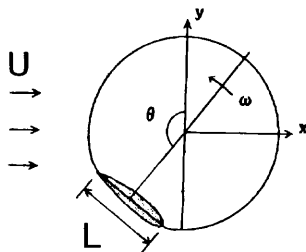


fig.1 Analys Model.

#### 2.2 基礎方程式と解析方法

2次元非圧縮粘性流れの計算を Navier-Stokes 方程式(1)と連続の式を用いて解析を行った。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = -\nabla p + \frac{1}{Re} \nabla^2 u \quad (1)$$

$$D \equiv \text{div} u = 0 \quad (2)$$

計算は MAC 法に基づいて行った。時間差分については 1 次精度の前進差分、空間微分項については 2 次精度の中心差分、対流項については河村・桑原スキームを用いて離散化を行った。計算は速度圧力ともに陰解法を用いて SOR 法で収束計算を行った。

### 2.3 格子形成

物体とともに移動する格子(副格子と呼ぶ)は、半径方向に不等分割で 43 点、周方向に外側境界が等分割になるように 92 点の O 型格子とし、計算空間全体を覆う格子(主格子と呼ぶ)は x 方向に 156 点、y 方向に 147 点の直交格子とした。主格子は副格子に近いほうが密になるように不等間隔に格子を切り物体が回転する領域では等分割とした。

主格子と副格子の間での物理量の補間は 3 点からの線形内挿を用いた。

境界条件は、主格子の流入・側面部に  $u=1, v=0$  の一様流、圧力は Neumann 条件、出口部には、流速は Sommerfeld 放射条件、圧力は(1)式より求め、物体表面では流速は滑り無し、圧力は Neumann 条件とした。

### 3. 解析結果

レイノルズ数  $Re(=UL/\nu U)$  : 一様流速、L : 翼弦長、 $\nu$  : 動粘性係数は 100、周速比  $\lambda (= \Omega R/U)$  :  $\Omega$  : 風車角速度、R : 回転半径) は 1.0、N=1 および N=2 での 1 回転する間 ( $0 < \theta < 2\pi$ ) のトルク係数の変化の様子を fig.2 に示す。

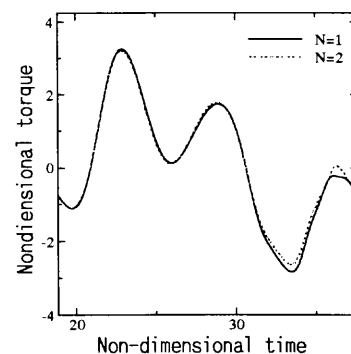


fig.2 torque

### 4. 結論

翼の枚数による違いはほとんど見られない。この条件では相互の影響はほとんど見られないことがわかった。重合格子法を用いることにより公転運動をする翼周りの解析を行うことができた。

### 5. 参考文献

(1) 中島、松本、“重合格子法を用いた振動円柱周りの数値シミュレーション” 第 11 回数値流体シンポジウム、pp.333-334.