24 流れの数値解析結果の可視化 — 表示手法の違いによる比較 —

N K K 前田慶太*, 水上 昭, 藤田 宏

Computational Flow Visualization
- Comparison of Several Methods -

Keita MAEDA*, Akira MIZUKAMI* and Hiroshi FUJITA**

In order to visualize numerical data of CFD results, we developed an animation system. With the system, we show that the appearance of the same flow depends on its visualization methods, e.g., "stream lines", "streak lines" etc. And we combine and visualize several kinds of data (pressure, temperature, velocity etc.) at the same time to understand better.

1. 緒言

有限要素法による流れ解析データをもとにして、流れの可視化（アニメ化）を行った。

近年の計算機性能の発達により、以前より大規模で複雑な流れの現象を解析できるようになった反面、解析された流れのイメージを頭の中で思い浮かべることが難しくなってきた。そのため、流れのイメージを理解しやすいように、計算結果をいかに可視化するかが重要視されている。そこで本論文では、我々の行った可視化手法について、いくつかの例を挙げて説明する。

まず、毎時間ステップごとの2次元解析データをもとに、時々刻々の流線の変化と、流れにマーカーをおいて表示したものを比較し、表示方法の違いによって流れの見え方が異なることを示す。次に、いくつかの解析データ（圧力、温度、流速等）の組み合わせ方、表現の仕方によって、可視化映像から受けるイメージがどのように違ったものとなるかを示す。今回は、特に圧力と流速、及び温度の変化を同時に表現してみた。

2. 可視化方法

数値計算は、NKK開発の汎用流体解析ソフト「MTFLOWTM」を用い⁽¹⁾、CONVEXC2（ミニ・スーパーコンピュータ）によって行った。続いて、解析結果を、データ変換ソフトによりオブジェクト・データに変換し、IRIS-4D/80GT上で「WaveFrontTM」によりレンダリング及びロゴとの合成を行い、コマ撮り録画した。レンダリング時間は1イメージにつき約7分。1つの動画につき約300枚のイメージを使用した。またデータ変換、レンダリング、ロゴ入力、VTRへの記録を全て自動的に行うプログラムを作成した（図1）。

* Research & Development Center, Electronics Div., NKK Corporation
Hieikudankita Bldg., 4-1-3 Kudankita, Chiyoda-ku, Tokyo, 102, Japan

** Software System Marketing & Sales Dept.

Fig 1. Flow chart of the system

3. 数値計算例

図2は、円柱回りの流れ ($Re = 10^6$) の解析結果の例である。まったく同じ解析をしているが、(1) は解析結果を流線で表し、(2) は流れとともに移動するマーカー粒子で表している。(3) は速度ベクトル図である。このように、流れの様子が時間的に変化する“非定常流れ”では、流線表示、マーカー表示（流脈線表示）で、同じ流れがまったく違った様相を現すことがわかる。従って、流れを可視化するにあたっては自分の見たい現象に応じて可視化方法を選択する必要がある。

講演会当日に示すVTRでは、カルマン渦の放出を伴う角柱回りの流れ ($Re = 10^3$) と、自然対流を取り上げる。角柱回りの流れでは、本システムを用いて圧力の変化と速度ベクトルを同時に表現し、二重円管内の自然対流では、温度の変化と速度ベクトルを同時に表現している。

(1) Stream lines

(2) Streak lines

(3) Velocity vectors

Fig 2. Analysys of flow around a circular cylinder ($Re = 10^6$)

4. 結言

流れの表示方法の例をいくつか紹介した。特に非定常流れでは、流線と流脈線のように表示方法により流れの見え方が違ってくることがわかった。

参考文献

- [1] 水上 昭, 土屋正登: “非定常非圧縮粘性流れ問題の準陽的有限要素解析”, 第4回流れの有限要素法解析シンポジウム報文集, 日科技連, 1983