14 流れの動画表現による教育支援用プログラム例

埼玉大学 平原裕行、川橋正昭

Examples of the Animated Flow Simulation for the Computer
Aided Education on the Fluid Dynamics

Hiroyuki HIRAHARA* and Masaaki KAWAHASHI*

An animated flow visualization of the numerical simulation would be effective for the education on the fluid dynamics. In this paper, two examples of the animated flow simulation, which are coded by the BASIC based on the simple analytical methods for the personal computer, are presented. An example is the flow expression by the discrete vortex method for the shear flow, and the other is that treated with the shock tube problem by the simple theory and characteristic method.

1. はじめに 近年のコンピュータの発達に伴って、16ビットクラスのパーソナルコンピュータは、個人で所有するに十分な価格になり、最近ではかなりの学生が所有するようになった。しかも、最近のパソコンの演算速度は高速で、BASICのように高水準言語においても、高速の描画が可能となった。BASICのように対話型のプログラムの作成が容易な言語によって、流れをあたかも動いているかのように実際に表現してやることであれば、流体力学を学ぶ場合に、実験とは、また異なった効果が期待できよう。ここでは、そのような動機から作成した二つのプログラムについて紹介する。使用したパソコンはPC9801RA2で、用いたプログラムは、N88-BASICである。ここで紹介するプログラムは、粘性流体の例として、せん断層に発達する渦の可視化的表現と、圧縮性流体の流れとして、衝撃波管内の流れを例にとって、衝撃波と膨張波の伝ばの様子及び圧力、温度、密度、速度の変化の様子をグラフによって表現したものである。計算方法は、なるべく初等解析的な範囲にとどめ、解析とその結果表現される結果とが対応できるよう心がけた。なお、本プログラムは、文献(1)に掲載されている。是非そちらも参照されたい。

2. せん断層の流れ 本プログラムは、離散渦法を基本としている。離散渦法の基本的な解法を用いて、せん断流れの時間的変化を表現した。計算の対象としている流れは、左から右方向に流れている上方の流れと、その逆方向に流れる下方の流れの境界に発達するせん断層である(Fig.1参照)。計算は、初め、せん断層の流速値および計算繰り返し回数を代入する。それらの初期値を用いて、離散渦法により境界に置かれた離散渦の時間的座標位置の変化と、断面ABの速度分布を計算しCRT上に表示するものである。Fig.1に示すように、渦点の初期じょう乱の振幅は、じょう乱の波長に対し0.1である。Fig.2にCRTの表示の例を示す。

* Faculty of Engineering, Saitama University, 255 Shimo-okubo, Urawa, Saitama

3. 衝撃波管内の流れ 圧縮性流体力学の教育用プログラムとして、衝撃波管問題を取り扱った一例を次に示す。本プログラムは、単純理論と、高圧室に伝ばする膨張波を、いくつかの段階的な波に分解し特性曲線法を用いることによって計算を行っている。ただし、膨張波の分割数が多いと、計算プログラムは冗長になり、教育用プログラムとしては適当でない。今回のプログラムは、膨張波を、3段階の波に分けた（Fig.3参照）。また、計算の時間範囲は、反射膨張波が接触面と衝突するか、または接触面が、反射衝撃波と衝突するまでとした。C R T 上における計算の結果の一例をFig.4に示す。本プログラムは、計算終了時または、計算実行時にも、使用者が途中の任意の波動の状態及び圧力、温度、密度および速度分布を見ることができるよう配慮されている。

文献 (1) 川橋、豊岡、加藤、目で見える力学、講談社。

Fig.1 Computational field for the shear flow.

Fig.2 Image of the display on the shear flow simulation.

Fig.3 x-t diagram of the shock tube problem.

Fig.4 Image of the display on the simulation of the shock tube problem.