2 固体壁面上角柱の強制対流冷却における

温度場と流れ場の感温液晶による可視化

東京理科大学 理工学部 ○菅原 正則 本間 克則
稲垣 詠一 河村 洋

Visualization of temperature and flow fields using liquid crystal suspension in forced convection cooling of a wall-mounted rectangular block

Masanori SUGAHARA, Katsunori HONMA, Eiichi INAGAKI, Hiroshi KAWAMURA

Liquid crystal suspension was used for the visualization of the temperature and flow fields. Almost all of this method have been applied to the natural convection fields. In the present experiments, a rectangular block is placed on the bottom-wall of a closed channel. The block is to simulate the Integrated-Circuit cooled by forced convection. The fluid was circulated by a pump. The temperature and flow fields of forced convection cooling around the rectangular block were successfully visualized by the liquid crystal suspension of silicon oil.

1. はじめに

流れ場と温度場を同時に可視化する方法に、感温液晶懸濁法⁽¹⁾がある。感温液晶の破損に対する懸念から、この方法は主として自然対流の可視化に用いられてきた。前報⁽²⁾では、水車を用いた強制対流の可視化を行い良好な結果を得た。本報告では、ポンプによる強制対流の可視化を試みた。

実験対象は、流れに垂直に置かれた正方形断面ブロック(以下、角柱)である。

2. 実験装置

図1に、実験装置全体図を示す。アクリル製の回流槽に感温液晶を懸濁したシリコンオイルを満たし、ポンプ($Q_{max}=15\text{ l/min}$)により循環させた。図2に、可視化部の概略図を示す。下壁面上に設置する角柱にヒータを埋め込み、角柱上面を加熱

する。感温液晶は、日本カプセルプロダクツ社製W-30型で、粒径 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下、比重1.02であり、発色域は 23°C (暗褐色)~ 29°C (紫色)である。シリコンオイルは、信越化学社製のKF9937で、動粘度 2.7 cs (約 25°C)、比重0.954である。液晶濃度は、0.04%とした。

Fig. 1 Experimental Apparatus

Fig. 2 Test Section

3. 実験方法

まず、流体温度を感温液晶の発色域下限に調節する。角柱を加熱して、角柱後流の流れ場と温度場とを観察した。ヒータへの供給電力は18Wとした。角柱高さ・流入流速を基準として、レイノルズ数890, 780, 450, 200の4ケースについて実験し観察した。観察方法は写真撮影とビデオ画像に記録した。写真撮影に際して、幅2mmのスリット光を用いて、露出時間を1/4, 1/8, 1/15, 1/30秒とし、絞りをf2.8, f5.6, f8とした。

4. 実験結果

$Re \geq 450$ の場合では、角柱上面で逆流が起こり、主流と再循環領域の界面には、後方で渦が一定周期で発生し、下流へ移動するにつれて大きく発達して行くのが観察された。高温液体は、

Fig. 3 Temperature and Flow Fields at $Re \geq 450$

角柱表面を逆流し角柱前縁で剥離して主流とともに下流へ流され、図3のように渦に巻き込まれながら移動するのが見られた。また、一部は主流と渦との境界に沿って移動した。

$Re \approx 200$ の場合では、角柱上面の逆流領域が薄く、主流と再循環領域の境界で、明確な渦は観察されなかった。高温部は、図4のように角柱後流と主流との境界の流れに沿って帯状に移動し、後方で上昇して主流域に入り、小さな渦を巻いた。

Fig. 4 Temperature and Flow Fields at $Re \approx 200$

5. あとがき

感温液晶をシリコンオイル中に懸濁してポンプを用いた回流槽により、固体壁面上に固定した角柱の後流の流れ場と温度場の可視化を実現した。ポンプによる強制対流においても、感温液晶の耐久性を示し、温度場において良好な結果を得た。今後は、アスペクト比の異なる角柱を用いて流れ場・温度場の観察等を試みたい。

謝辞：日本カプセルプロダクツ社及び信越化学社より実験材料の御提供を受けた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) 秋野 詔夫他 流れの可視化, 6-22, (1986), p. 343
- 2) 稲垣・河村 可視化情報, Vol. 11 Suppl. No. 1, (1991), p. 11