

画像処理による管路・開水路合流部の流れの解析

岐阜大学工学部 正 員 河村 三郎

正 員 藤田 一郎

○学生員 畠中 悟

1. まえがき

合流部では、剥離した流れが本流側壁に再付着して剥離渦群（剥離泡）が形成される。開水路合流部においては剥離渦が水深方向にも変動するため、三次元性の強い非常に複雑な流れが生じる。一方、自由水面が存在しない管水路においては開水路の場合よりも二次元性の強い流れが生じるのではないかと考えられる。そこで本研究では、合流現象による剥離渦の基本的な特性を知るために、管路および開水路における直角合流部の流れを可視化し、合流部に発生する剥離泡の時間的変動特性、剥離渦の運動特性についての検討を行った。

2. 実験方法および画像処理方法

実験には本流水路（長さ2.5m、幅0.15m）と支流水路（長さ1.0m、幅0.1m）を本流部の中央付近で直角に合流させた水路高0.1mの亚克力樹脂製の管水路を用いた。トレーサにはナイロン粒子を用い、図-1に示すようにハロゲンスリット光源の光膜を合流部の水路に水平に入射させて流れの可視化を行い、下方よりCCDカメラでビデオに撮影した。本論文では $Re=3 \times 10^4$ 、 $Qr=0.4$ の場合に関する検討例を示す。画像処理には512x512画素、256階調の分解能をもつ画像解析装置（PIAS, LA-525）を使用し、2枚のビデオ静止画像（ $\Delta t=1/30s$ ）を濃淡画像データに変換し、画像計測手法の一つである相関法により速度ベクトルを求めた。ここでは10Hzで20秒間のサンプリングに相当する200組400画像のデータを各ケースについて処理した。

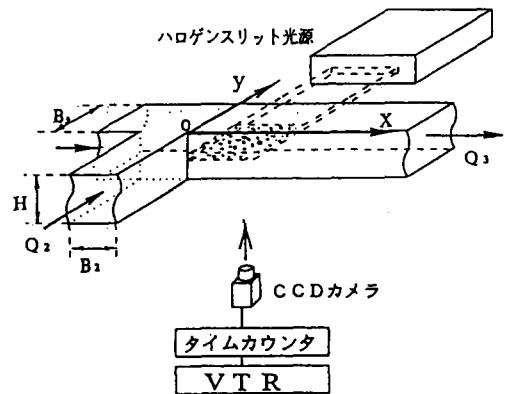


図-1 画像計測装置

3. 剥離渦の運動

相関法により求めた流速ベクトル図の一例を図-2に示す。 $T=0.9$ では2つの比較的大規模な渦が並んで剥離領域内に存在している。 $T=4.0$ では剥離泡が急激に収縮していく様子が得られている。

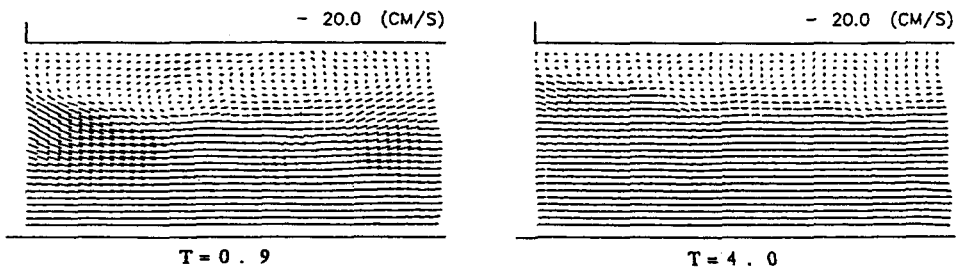


図-2 流速ベクトル図

図-3、図-4はU、V成分の時間的な変化をプロットしたものである。白い部分が順流、それ以外は逆流域であり、逆流流速が大きい部分($U, V < -5\text{cm/s}$)を濃く示している。U成分の流向分布には、逆流域(剥離泡)が増大・収縮する様子が示されている。V成分の流向分布には、逆流域が縮小する部分に対応して斜めの白筋が現れている。これらは個々の渦の通過の様子を間接的に示すもので、その傾きは渦の流下方向への移流速度を表している。開水路の場合、剥離泡の一回の収縮に対応して一つの剥離渦が発生することがわかる。管路の場合、剥離泡の収縮期にその分裂に伴って小規模な渦が多数発生するが膨張期にはほとんど発生せず、主流からの運動量の供給を受けて発達しながら低速度で移動することがわかる。また、白筋の勾配はいずれの渦に対してほぼ一定であり、 $20\sim 25\text{cm/s}$ 程度である。この値は合流後の平均流速にほぼ等しく、この領域では分裂渦が平均流に乗って移流していることがわかる。

4. あとがき

本研究では管路および開水路の合流部の流れについて検討を行ったが、両者を比較すると剥離渦の非定常特性には顕著な違いがあることがわかった。この原因としては自由表面の存在が関与していることが考えられる。この点に関しては今後の詳細な検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 藤田・河村・和田：画像計測による開水路直角合流部の表面流況解析，水工学論文集，Vol. 34, pp. 683-688, 1990.

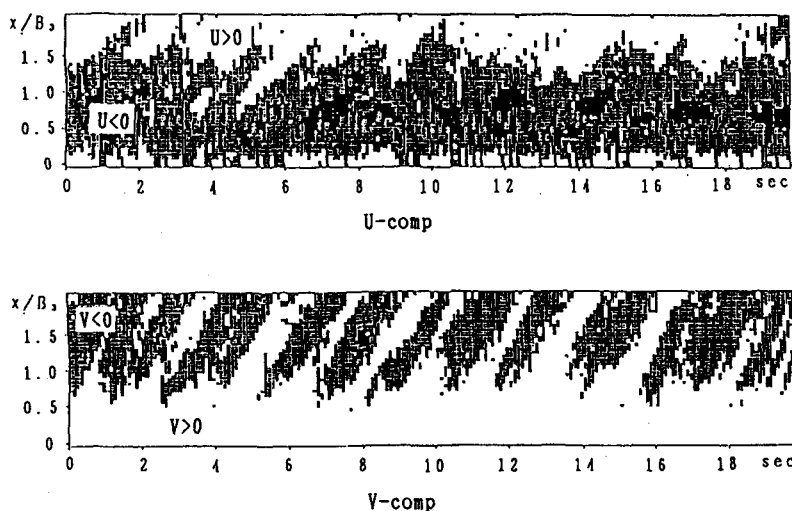


図-3 剥離渦の移動による流向の変化(開水路)

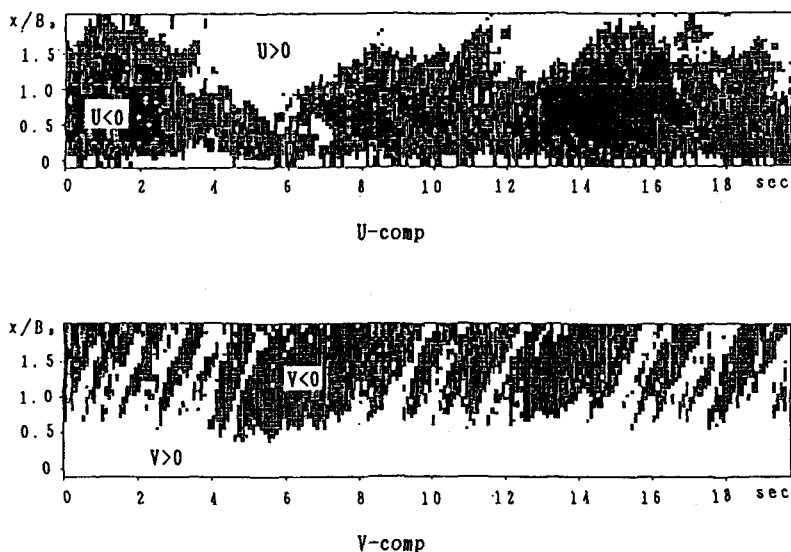


図-4 剥離渦の移動による流向の変化(管路)